ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DU Dr TOULOUSE

BIBLIOTHÈQUE DE PHOTOGRAPHIE

DIRECTEUR A. SEYEWETZ

La Photographie à la Lumière Artificielle

PAR

A. LONDE



OCTAVE DOIN & FILS, EDITEURS, PARIS



Octave DOIN et Fils, éditeurs, 8, place de l'Odéon, Paris.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

Publiée sous la direction du Dr TOULOUSE

BIBLIOTHÈQUE

DE PHOTOGRAPHIE

Directeur : **A. SEYEWETZ**

Sous-Directeur de l'École de chimie industrielle de Lyon.

Les sciences photographiques, qui sont de création récente, ont pris un essor considérable dans ces dernières années. Les procédés photographiques, qui étaient restés, en effet, pendant longtemps des procédés purement empiriques, relèvent pour la plupart aujourd'hui de la science pure, et la mise en œuvre de réactions chimiques pour expliquer un grand nombre de phénomènes photographiques, n'a pas contribué pour une faible part à cette transformation rapide.

A la suite de cette évolution si prompte, les applications photographiques se sont multipliées avec une inconcevable rapidité, et la plaque photographique est devenue la véritable rétine du savant, comme Janssen l'a si humoristiquement définie.

Elle est, en effet, aujourd'hui, l'auxiliaire de toutes les sciences. Ses applications se sont étendues aux diverses branches de l'activité humaine, et aucune d'elles n'a sollicité vainement son concours.

On peut même dire que la photographie a fait la conquête du monde entier, car elle a pénétré, avec les explorateurs, dans les parties du globe les plus difficilement accessibles.

De même que la presse propage la pensée, de même la photographie sert les intérêts de la civilisation, en multipliant l'image des objets et en perpétuant le souvenir des phénomènes les plus subtils.

Dans le domaine des sciences physiques, elle a permis de suppléer, dans une large mesure, à l'imperfection de nos sens et a pu fournir des documents précis sur des phénomènes physiques que l'œil ne peut percevoir.

La microphotographie a permis de faire une étude approfondie de la structure intime de la matière, dont on parviendra sans doute, dans un avenir peu éloigné, à étudier plus complètement les atomes et les molécules. Appliquée à l'étude des métaux, la microphotographie a donné naissance à la métallographie, qui est utilisée pour suivre la fabrication de l'acier et de la fonte.

La cinématique a mis à profit la rapidité de l'impression de la plaque photographique, pour déterminer la vitesse des projectiles et la forme de la veine gazeuse qu'entraînent ces projectiles.

L'astronomie a trouvé également une collaboration puissante dans la photographie, qui a permis de réaliser la carte du ciel et de découvrir de nombreuses comètes et de petites planètes.

C'est également grâce à elle que la radioactivité a été découverte et a facilité l'étude intime de la matière et de l'énergie qui la dirige.

En météorologie, la photographie a reçu des applications multiples dans l'enregistrement de la température, de la pression et de l'état hygrométrique.

Les sciences biologiques, les sciences médicales et la microbiologie lui sont redevables de progrès importants.

La chirurgie a tiré un parti très avantageux de la propriété que possèdent les rayons X de traverser facilement certains corps opaques à la lumière et d'être arrêtés par d'autres corps. Cette propriété a été l'origine d'une science nouvelle, la radiographie, qui permet de photographier les masses osseuses des corps à l'exclusion des masses musculaires et de déterminer dans ces dernières l'emplacement exact des corps étrangers qui s'y sont introduits.

En physiologie, la chronophotographie a permis de faire l'analyse du mouvement en prenant, à des intervalles de temps égaux et connus, des images successives d'un même objet. La cinématographie a utilisé ces images pour reconstituer ce mouvement et le reproduire à un moment et en un lieu quelconques.

Enfin les sciences géographiques, historiques, archéologiques, psychiques même, font un appel continuel aux ressources que leur offre la photographie.

La source déjà si féconde des applications photographiques, que l'on pouvait croire tarie, vient d'être revivifiée par la merveilleuse découverte des plaques autochromes, due aux frères Lumière.

La photochromie avait été jusqu'ici l'objet de recherches nombreuses. Le procédé de Cros et Ducos du Hauron pour la reproduction indirecte des couleurs avait été appliqué, après des perfectionnements importants, à l'impression chromophotographique ; mais il ne put se répandre dans la pratique photographique à cause des difficultés d'exécution qu'il présentait.

L'ingénieuse méthode interférentielle de Lippmann, avec laquelle on peut reproduire directement les couleurs, constitue une merveilleuse expérience de laboratoire, qui confirme brillamment la théorie physique de la lumière ; mais son introduction dans la pratique s'est heurtée jusqu'ici à des difficultés qui paraissent insurmontables.

La reproduction photographique des couleurs vient de

faire un pas de géant avec l'apparition de la plaque autochrome, qui permet d'obtenir l'image des objets avec leurs couleurs naturelles aussi facilement que des images en noir.

Nous allons sans doute assister, dans cette nouvelle phase, à des perfectionnements comparables à ceux qu'a subis la photographie en noir depuis Daguerre.

Toutes les applications dont nous venons de faire l'énumération sommaire, ne peuvent être utilisées avec fruit que si l'on connaît la pratique photographique, qui elle-même ne peut être conduite d'une façon judicieuse qu'en étudiant la théorie des procédés photographiques.

C'est pour réaliser ce double but qu'a été créée la bibliothèque photographique de l'Encyclopédie scientifique.

Le savant, de même que l'industriel, le novice aussi bien que le photographe professionnel, pourront y puiser toutes les connaissances nécessaires pour arriver au résultat qu'ils poursuivent.

Dans les divers ouvrages qui composent notre bibliothèque, sont traitées séparément les grandes divisions que l'on peut concevoir dans l'étude de la science photographique et de ses applications ; on peut donc facilement tenir chacun de ces volumes au courant des plus récents progrès modernes par une réimpression faite en temps opportun.

Les volumes sont publiés dans le format in-18 jésus cartonné ; ils forment chacun 350 pages environ, avec ou sans figures dans le texte. Le prix marqué de chacun d'eux, quel que soit le nombre de pages, est fixé à 5 francs. Chaque volume se vend séparément.

Voir, à la fin du volume, la notice sur l'ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE, pour les conditions générales de publication.

TABLE DES VOLUMES
ET LISTE DES COLLABORATEURS

*Les volumes publiés sont marqués par un *.*

---

*1. **La Photographie**, par G. Chicandard, licencié ès sciences physiques.

2. **Physique photographique**, par L. Chavanon, ingénieur, licencié ès sciences physiques et ès sciences mathématiques.

3. **Chimie photographique**, par H. Barbier, ingénieur-chimiste.

*4. **Les Négatifs en photographie**, par H. Seyewetz, sous directeur de l'Ecole de chimie industrielle de Lyon.

*5. **Les Positifs en photographie**, par E. Trutat, docteur ès sciences, directeur du Musée d'histoire naturelle de Toulouse.

6. **Manipulations photographiques**, par A. Seyewetz, sous-directeur de l'École de chimie industrielle de Lyon.

7. **La Photographie des couleurs**, par A. et L. Lumière, directeurs de la Société des plaques et papiers photographiques A. Lumière et ses fils.

*8. **La Photographie à la lumière artificielle**, par A. Londe, ancien directeur des services de photographie et de radiographie de la Salpêtrière.

9. **Microphotographie et Macrophotographie**, par F. Montpillard.

10. **La Photographie des radiations**, par Dr M. Chanoz, docteur ès sciences, chef des travaux à la Faculté de médecine de Lyon.

*11 **Reproductions photographiques monochromes**, par L.-P. Clerc, préparateur à la Faculté des sciences de l'Université de Paris.

12. **Reproductions photographiques polychromes**, par L.-P. Clerc, préparateur à la Faculté des sciences de l'Université de Paris.

13. **La Stéréophotographie**, par Dr G. H. Niewenglowski, professeur au lycée Carnot, à Tunis.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

du Dr TOULOUSE, Directeur de Laboratoire à l'École des Hautes Études.

Secrétaire général : H. PIÉRON.

BIBLIOTHÈQUE DE PHOTOGRAPHIE

Directeur : A. SEYEWETZ

Sous-Directeur de l'École de chimie industrielle de Lyon.

LA PHOTOGRAPHIE

À

LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE

LA PHOTOGRAPHIE
A
LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE

PAR

Albert LONDE

DIRECTEUR HONORAIRE
DES SERVICES DE PHOTOGRAPHIE ET DE RADIOGRAPHIE
DE LA SALPÊTRIÈRE
LAURÉAT DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
ET
DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE



Avec 80 figures dans le texte.

PARIS
OCTAVE DOIN ET FILS, ÉDITEURS
8, PLACE DE L'ODÉON, 8

1914

PRÉFACE

Dès les débuts de la photographie, on a cherché à utiliser la lumière artificielle pour remplacer la lumière solaire. Celle-ci est pourtant la plus puissante et la plus économique, cela est indiscutable ; mais, à côté de ces qualités indéniables, elle a des inconvénients non moins sérieux qui proviennent de son intermittence et de sa variabilité. La lumière solaire est intermittente, car la nuit succède au jour et réciproquement ; elle est variable, car lorsqu'elle brille, son intensité dépend de la latitude, de la saison, de l'heure et enfin de l'état atmosphérique.

Pour ces diverses raisons, la photographie n'est possible, sous une latitude donnée et suivant la saison, que pendant un certain nombre d'heures chaque jour et encore, pendant ce laps de temps, la lumière varie suivant la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon ; enfin, elle peut être modifiée dans d'assez larges limites par l'interposition des nuages ou la présence du brouillard.

Tous ceux qui font de la photographie se trouvent, par suite, dans la nécessité inéluctable d'utiliser une source de lumière constamment changeante, et l'on sait que, comme conséquence, le problème de la *détermination du temps de pose*, dans chaque cas particulier, est l'un des plus délicats que l'opérateur ait à résoudre. En résumé, avec la lumière naturelle, le travail est irrégulier et intermittent ; il peut même être interrompu dans certaines circonstances atmo-

sphériques[1] ; il l'est obligatoirement à certaines heures de la journée et la nuit.

De telles restrictions sont évidemment préjudiciables à une découverte qui a pris dans l'art, la science et l'industrie une place si considérable.

Pouvoir suppléer la lumière solaire lorsqu'elle est insuffisante, la remplacer quand elle est absente, c'est là une question d'une importance capitale, et c'est ce qui explique les nombreuses recherches qui ont été faites dans cet ordre d'idées depuis les débuts de la belle découverte de *Niepce* et de *Daguerre*. Ces recherches avaient d'autant plus d'intérêt, que les préparations de l'époque n'avaient qu'une sensibilité assez médiocre ; on a fait depuis des progrès considérables. Mais, si on a élargi grandement la sphère d'action de la photographie, si on a reculé les limites dans lesquelles on pouvait l'utiliser, on ne les a pas supprimées. C'est ainsi que, malgré la merveilleuse sensibilité des préparations actuelles, on est quand même impuissant à certaines heures et à certains moments.

L'emploi de la lumière artificielle en photographie aura une importance capitale, car elle étendra considérablement son domaine en permettant de travailler n'importe où sans s'occuper ni de l'heure ni du temps. Le choix, dans chaque cas, de sources de lumière déterminées évitera toute incertitude dans l'appréciation du temps de pose, et l'on pourra opérer avec une précision qu'il est fort malaisé d'obtenir avec la lumière naturelle.

Enfin, de nouvelles applications fort intéressantes pourront être faites. Nous voulons parler de la photographie de tous les endroits (intérieurs, grottes et cavernes) dans lesquels la lumière solaire ne pénètre jamais et qui, par suite, ne pouvaient être reproduits sur la plaque sensible.

[1] A Londres fréquemment, à Paris quelquefois, le brouillard oblige le photographe à suspendre ses opérations.

Voilà ce que nous aurons à exposer dans cet ouvrage. Nous étudierons d'abord toutes les sources de lumière artificielle qui ont été proposées et qui sont susceptibles d'être utilisées en photographie pour obtenir soit le négatif soit le positif. Nous décrirons ensuite les diverses applications qui résultent de l'emploi de la lumière artificielle, ainsi que la technique spéciale à employer dans chaque cas déterminé.

Albert Londe.

INTRODUCTION

Le lecteur n'ignore pas quelles sont les opérations nécessaires pour obtenir une photographie : elles consistent, en principe, à recevoir sur une surface sensible l'image du modèle à reproduire, celui-ci étant convenablement éclairé par la lumière naturelle. La plaque photographique est disposée dans la *chambre noire,* laquelle est munie d'un système optique dénommé l'objectif.

D'après la rapidité de l'objectif, qui est fonction de sa distance focale principale et de son ouverture, d'après la sensibilité propre de la plaque employée et enfin d'après l'éclairage du sujet, l'opérateur pose un temps déterminé. Il rentre alors dans le laboratoire noir, procède au développement et obtient une image inverse de l'original, que l'on désigne sous le nom de *négatif.*

Une fois ce négatif obtenu, on l'expose à son tour à la lumière, après avoir placé en dessous une nouvelle surface sensible, le tout enfermé dans un châssis spécial dit *châssis-presse* lequel assure un contact parfait entre le négatif et la couche sensible. Après un temps d'exposition variable, suivant l'opacité du négatif, la sensibilité de cette couche et l'intensité de la lumière ambiante, une image dite positive est obtenue qui, se trouvant l'inverse du négatif, reproduit intégralement le modèle avec toutes ses valeurs. Une fois

cette épreuve traitée par les bains convenables, on possède le *positif*. En recommençant la même série d'opérations, on peut obtenir d'un seul négatif un nombre indéfini d'épreuves positives. C'est là, du reste, une des qualités maîtresses de la photographie.

En résumé, nous utilisons la lumière solaire, d'une part pour obtenir le négatif, de l'autre pour tirer les positifs. Si elle est insuffisante ou absente, nous ne pouvons obtenir ni l'un ni l'autre.

Si nous parlons du procédé qui a donné le premier de bons résultats, et est du reste encore employé dans certaines applications, nous voulons parler du collodion humide, nous constatons que sa sensibilité était assez médiocre ; dans les meilleures conditions d'éclairage, il fallait toujours poser un certain nombre de secondes. Si, au point de vue des reproductions industrielles, cela n'avait pas grande importance, il n'en était pas de même pour l'exécution du portrait. Le modèle était obligé de garder une immobilité absolue, ce qui n'était pas sans nuire à son expression et à son naturel ; on devait même se servir d'un appareil de contention dit appuie-tête, pour maintenir le dos du modèle et surtout sa tête.

L'exécution des paysages avec personnages était délicate, car il fallait exiger de ceux-ci l'immobilité complète ; d'où ces poses raides et apprêtées que l'on observe dans les photographies de l'époque. Quant à la question de la reproduction des objets en mouvement, elle était radicalement impossible et il n'était pas question de photographie instantanée. Le problème qui s'est posé de suite à nos devanciers a été le suivant : réduire, par tous les moyens possibles, la durée d'exposition. De là toutes ces recherches si intéressantes qui ont transformé l'optique photographique, ont conduit à la préparation de plaques d'une sensibilité merveilleuse, ont amené la découverte de révélateurs énergiques. L'exécution des portraits et des paysages animés est

maintenant à la portée de tous ; il n'est même plus besoin que le sujet soit immobile, on le saisit dans son mouvement, quelque rapide que soit celui-ci. La photographie instantanée est devenue une opération élémentaire.

Et cependant, malgré tous ces progrès considérables, si l'on a étendu d'une manière prodigieuse la sphère d'action de la photographie, il faut reconnaître que nous sommes encore tributaires de la lumière solaire, encore victimes de ses variations et que, malgré tout, nous sommes désarmés à certains moments.

Le problème qui se posait au début n'a pas reçu de solution complète, et si l'on suppose encore de nouveaux progrès dans la fabrication des objectifs et des préparations sensibles, ce qu'il n'est nullement téméraire d'espérer, on n'empêchera pas que, pendant la nuit, tout travail est interdit, qu'au lever et au coucher du soleil, si certaines opérations sont encore possibles, en augmentant considérablement le temps de pose, d'autres, comme la photographie instantanée, sont irréalisables dans ces périodes où la lumière est notoirement insuffisante.

Ce qui est vrai pour le négatif ne l'est pas moins pour le positif, dont la sensibilité est, en général, moins grande que celle des préparations négatives. Le tirage des épreuves à image apparente, soit sur papier albuminé, soit sur papier citrate, est fort long, et pendant la mauvaise saison l'exposition est interminable. La multiplication du positif à la lumière naturelle est fastidieuse et peu expéditive ; elle ne saurait cadrer avec les nécessités des applications industrielles.

On conçoit donc facilement qu'après avoir augmenté la rapidité des objectifs, la sensibilité des préparations, on ait cherché à employer des sources de lumière artificielle que l'on peut utiliser à tout moment et à tous endroits. Ces sources de lumière, variables dans chaque hypothèse, permettront d'obtenir soit le négatif soit le positif.

Les résultats acquis dans cet ordre d'idées ont radicalement transformé la photographie et ouvert des horizons insoupçonnés. C'est la conclusion que le lecteur tirera de notre travail.

LA PHOTOGRAPHIE

À

LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE DES DIVERSES SOURCES DE LUMIÈRE ARTIFICIELLE SUSCEPTIBLES D'ÊTRE EMPLOYÉES EN PHOTOGRAPHIE

La qualité primordiale que l'on doit exiger d'une source de lumière artificielle destinée à suppléer ou remplacer la lumière naturelle, c'est d'émettre des radiations actiniques. Les préparations photographiques ordinaires sont réduites, en effet, énergiquement par les radiations bleues, violettes et ultra-violettes du spectre ; elles sont beaucoup moins sensibles aux radiations vertes, jaunes et rouges. Toutes les sources de lumière riches en radiations bleues et violettes seront donc très actiniques au point de vue photographique ; celles dans lesquelles dominent les radiations vertes, jaunes et rouges devront être écartées *à priori*.

En dehors de l'actinisme propre d'une source de lumière artificielle, ce qui est capital au point de vue pratique, c'est son intensité, son pouvoir lumineux. Ces deux conditions ne se trouvant pas toujours réunies, il sera nécessaire de n'utiliser que celles qui possèdent à la fois l'actinisme et l'intensité. C'est ainsi que l'on pourra obtenir des négatifs à la chambre noire et insoler les papiers positifs à image apparente. Par contre, lorsqu'il s'agira d'impressionner des papiers positifs à image latente, on verra que l'on pourra faire usage de sources d'éclairage très peu actiniques et très peu intenses.

Nous aurons donc à examiner les différentes sources de lumière artificielle qui sont susceptibles de remplacer la lumière naturelle pour l'obtention des négatifs ; nous parlerons tout d'abord des lumières chimiques, puis du gaz, de la lumière électrique, des compositions pyrotechniques et enfin du magnésium seul ou combiné avec d'autres substances.

CHAPITRE I

DES LUMIÈRES CHIMIQUES

C'est au regretté commandant Fourtier que l'on doit cette dénomination de *lumières chimiques*, qu'il appliquait plus spécialement à quelques sources d'éclairage produites par certaines réactions chimiques[1]. En réalité, toutes les sources de lumière artificielle, même l'électricité quand elle est obtenue au moyen de piles ou d'accumulateurs, sont des lumières chimiques. Ce chapitre devrait donc comprendre aussi l'éclairage au gaz, les compositions pyrotechniques et les lumières éblouissantes produites par la combustion du magnésium, de l'aluminium et de quelques autres métaux.

Pour la clarté de cet ouvrage, nous traiterons en chapitres séparés les principales sources de lumière adoptées dans la pratique et qui forment comme autant de branches très distinctes de la photographie à la lumière artificielle, les réactions sur lesquelles elles reposent toutes étant d'ailleurs d'ordre absolument différent.

Dans le présent chapitre, nous aurons donc à rappeler les recherches très intéressantes qui ont été faites sur la combustion de certains métaux, du soufre, du

[1] H. Fourtier, p. 25.

sulfure de carbone dans des atmosphères spéciales ou dans l'oxygène.

En 1869, le docteur van Monckhoven[1] fait des essais intéressants avec la flamme de l'hydrogène chargée de vapeurs d'acide chlorochromique. Cette lumière réduit énergiquement le papier au chlorure d'argent. Il fait brûler également du zirconium dans du chlore.

Boettger[2] fait brûler du phosphore dans l'oxygène et obtient des portraits sur plaque daguérienne.

Spiller[3] fait tomber du soufre en fleur à la surface d'un bain de salpêtre en fusion. On obtient ainsi une belle flamme très photogénique; mais il se produit d'abondantes et suffocantes fumées d'acide sulfureux et de sulfure de potassium.

Riche et Bardy emploient le soufre en fusion, dans lequel ils envoient un jet d'oxygène. La flamme produite est blanc bleuâtre et elle est très photogénique.

Une lumière sur laquelle il a été fait des travaux très intéressants est celle produite par la combustion du sulfure de carbone activée par l'oxygène[4].

Cette lumière est d'un bleu violacé très actinique. Malheureusement l'emploi du sulfure de carbone est très désagréable et particulièrement dangereux à cause de sa grande inflammabilité. Ce n'est pas un procédé pratique pour l'opérateur, à moins de combiner une installation toute spéciale.

E. Sell, en 1874, brevète une lampe au sulfure de carbone alimentée par du bioxyde d'azote[5].

1 *Phot. Correspondenz*, 1869, p. 215.
2 *Dingler's Polytech. Journal*, 1856, p. 315.
3 *Photo-News*, 1875, p. 40.
4 *Bulletin de la Société française de photographie*, 1872, p. 62.
5 *B. S. F. P.*, 1874, p. 289.

MM. Delachenal et Mermet présentent à la *Société française de photographie* un dispositif du même genre[1].

En 1875, MM. Riche et Bardy reprennent toutes ces expériences dans le but de déterminer le pouvoir lumineux de ces diverses lumières chimiques. Ils se servent d'un photomètre à échelle.

Voici les résultats obtenus :

NATURE DE LA LUMIÈRE	ESSAI N° 1	ESSAI N° 2
Lumière oxhydrique.	1	1
Lumière Drummond.	3	3
Zinc brûlant dans l'oxygène.	»	4
Lampe au magnésium	5	5
Courant de bioxyde d'azote dans un flacon contenant du sulfure de carbone.	6	6
Jet de bioxyde d'azote sur un tet contenant du sulfure de carbone. . . .	6	7
Jet d'oxygène sur un tet contenant du sulfure de carbone.	7	7
Jet d'oxygène sur un tet contenant du soufre.	8	8

Bien que ces essais n'aient pas abouti pour la plupart à des applications pratiques, on ne saurait les passer sous silence, car certaines de ces lumières ainsi obtenues ont des qualités remarquables au point de vue photographique, et rien ne dit qu'elles ne pourront pas être employées à nouveau lorsque l'on aura résolu certaines difficultés de préparation et supprimé quelques inconvénients résultant de leur mode d'emploi.

[1] *B. S. F. P.*, 1875, p. 71.

CHAPITRE II

LE GAZ D'ÉCLAIRAGE

Lors de l'invention du gaz d'éclairage, qui paraissait si brillant, si éclatant en comparaison des anciens quinquets à l'huile, on chercha de suite à l'utiliser pour la photographie. Les résultats furent déplorables. En effet, la flamme du gaz n'atteint pas une température très élevée, et elle est surtout riche en radiations rouges et jaunes, celles précisément dont s'accommode mal la plaque photographique ; elle contient du reste très peu de corps solides dont l'incandescence aurait augmenté son pouvoir éclairant.

On emploie alors divers artifices qui ont pour but d'augmenter l'actinisme du gaz d'éclairage et de le rendre utilisable pour impressionner la plaque sensible.

Un premier procédé consiste à carburer le gaz. Dans la lampe dite albo-carbon, de la vapeur de naptaline est mélangée au gaz, et les molécules de carbone, portées à l'incandescence, augmentent fortement le pouvoir éclairant.

En élevant la température relativement basse du gaz d'éclairage par l'arrivée d'une certaine quantité d'oxygène et en projetant le jet ainsi formé sur une matière irréductible telle que la chaux, la magnésie, ces corps

sont portés à l'incandescence, et l'on obtient une lumière éblouissante que tout le monde connaît sous le nom de son inventeur, Drummond (1824), ou de lumière oxhydrique.

En 1851, Hill, en Angleterre, obtient des portraits par le procédé de Daguerre en se servant de cette source d'éclairage. Il recommande même, à cause de l'éclat de cette lumière et de l'étroitesse du foyer lumineux, de ne pas éclairer le modèle directement, mais de n'opérer que par réflexion au moyen de grands écrans blancs.

Dans la lampe Wideman, on augmente la température par un tirage forcé.

D'autres inventeurs, sans employer un courant d'oxygène, comme nous venons de voir dans la lumière Drummond, se contentent de placer dans la flamme des oxydes irréductibles. Ceux-ci, portés à l'incandescence, émettent une lumière très vive et très riche en radiations actiniques. C'est le principe du bec Clamond (1882) et du bec Auer (1887).

Résumons brièvement les expériences qui ont été faites avec ces divers systèmes d'éclairage. Les premiers essais de photographie au gaz couronnés de succès ont été exécutés à Londres dans les ateliers de Law (de Newcastle)[1]. Il se servait de soixante-huit becs intensifs du système Wigham formant plusieurs couronnes concentriques. En arrière était un grand réflecteur de un mètre carré en tôle garni intérieurement de verre strié et argenté. La chaleur dégagée par cet appareil était considérable, et il fallait interposer par devant

[1] *Photo News*, 1879, p. 99.

un grand écran en verre d'une coloration vert bleuâtre. Cet écran avait pour but d'arrêter le plus possible les radiations calorifiques. Avec ce dispositif et les plaques peu rapides de l'époque, le temps d'exposition était de 8 à 10 secondes pour la carte de visite et de 20 à 60 secondes pour la carte album.

En 1903, deux amateurs, MM. Jardi et Courmont, essaient d'obtenir des portraits dans un appartement avec les becs de gaz à incandescence. Ils utilisent, suivant les cas, un ou deux becs Auer munis de grands réflecteurs en carton. Avec un objectif travaillant à f/10, ils ont réussi de bonnes épreuves avec une pose de 15 à 20 secondes[1].

Emploi du gaz acétylène. — Un gaz d'une préparation à la portée de tous est celui produit par l'action de l'eau sur le carbure de calcium, c'est le gaz acétylène. Il donne une lumière éblouissante, et il est susceptible d'applications intéressantes au point de vue photographique.

D'après des expériences photométriques exécutées chez M. Trouvé par M. Léon Vidal à l'aide du sensitomètre Warnercke, voici son pouvoir éclairant par rapport à la bougie et au bec Auer :

NATURE DE LA SOURCE	POUVOIR ÉCLAIRANT
Bougie.	1
Bec Auer.	44
Acétylène.	144

[1] *La Photo-Revue*, 8 novembre 1903.

Avec deux becs M. Vidal obtient la reproduction d'une gravure en 10 secondes seulement.

M. Mas (de Rambouillet) présente à la *Société française de photographie*[1] une épreuve à l'acétylène parfaitement réussie avec l'appareil *le Phœbus*, de M. Ackermann (de Marseille).

En 1899, M. Victor Roblin décrit[2] le mode opératoire employé par lui. Un générateur de son invention alimente un certain nombre de brûleurs, les uns fixes et les autres mobiles. De cette manière, on peut réaliser tous les effets d'éclairage voulus. Tous les brûleurs sont pourvus de réflecteurs émaillés.

Pour éviter toute dureté, l'auteur n'utilise pas la lumière directe des brûleurs; mais il la tamise par l'interposition d'écrans, ou il la renvoie sur le modèle au moyen de réflecteurs. Avec six brûleurs d'un débit de deux cent cinquante litres à l'heure, la pose est d'environ une seconde avec un objectif ouvert à f/7.

L'éclat de la lumière de l'acétylène et sa fixité l'indiquaient tout particulièrement pour exécuter les agrandissements photographiques. Sans qu'il soit nécessaire d'insister, il nous suffira de citer les présentations qui ont été faites dans cet ordre d'idées par MM. Le Roy[3], Trouvé[4], Demaria[5], etc.

On trouve maintenant dans le commerce des appareils qui fournissent l'acétylène sous pression : ce sont les tubes d'acétylène dissous que l'on emploie princi-

[1] *B. S. F. P.*, 1897, p. 244.

[2] *Ibid.*, 1899, p. 207.

[3] *Ibid.*, 1894, p. 349; 1895, p. 542, 549.

[4] *Ibid.*, 1896, p. 58.

[5] *Ibid.*, 1900, p. 415.

palement pour l'éclairage des phares d'automobiles. Ces appareils seront très précieux pour le photographe, qui pourra obtenir n'importe où et sans complications une lumière éclatante.

On peut d'ailleurs augmenter considérablement l'intensité de l'éclairage obtenu en portant à l'incandescence un aggloméré de terres rares. Ce procédé très intéressant a été indiqué par MM. Boas, Rodrigues et Cie[1]. Un chalumeau spécial permet l'arrivée, à l'extrémité de la buse, de l'acétylène qui entraîne une certaine quantité d'air réglable à volonté. Le dard produit par la combustion du mélange est constitué par une pointe bleu verdâtre entourée d'une flamme violacée à peine visible. Aussitôt que l'on approche la boule de terres rares, celle-ci est portée à l'incandescence, et l'on obtient une lumière éblouissante, qui atteint facilement quarante à cinquante bougies décimales.

Le foyer lumineux, dans le cas présent, est très réduit, et si l'on veut exécuter un portrait, il faudra faire usage d'écrans et de réflecteurs, comme nous l'avons dit il y a un instant; par contre, cette étroitesse du foyer lumineux sera un avantage très précieux pour les agrandissements et la photomicrographie. Sur papier bromure et pour un agrandissement de 7 à 10 diamètres, il faut à peine 30 secondes pour obtenir un résultat irréprochable.

[1] *B. S. F. P.*, 1908, p. 131.

CHAPITRE III

LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE

L'action de la lumière électrique sur les composés chimiques employés en photographie a été signalée pour la première fois par Brandt[1].

En 1840, Sillman et Goode obtiennent une image sur plaque daguérienne à l'aide de l'arc électrique[2]. Aubray, Miller et Leborgne appliquent la lumière électrique à l'obtention des portraits[3].

Nadar, en 1861, exécute aussi des portraits à la lumière électrique[4]. Il se servait d'une pile Bunsen de cinquante éléments et d'un régulateur Serrin. La lumière était concentrée au moyen d'un réflecteur barbouillé de craie; le temps de pose était de 60 à 90 secondes.

Van der Weyde employait un dispositif analogue, mais utilisait une machine Gramme actionnée par un moteur à vapeur de la force de cinq chevaux[5].

1 *Annales de Chimie et de Physique*, t. XIX, p. 205.
2 Sillman's, *Amer. Journal*, t. XLIII, p. 185.
3 *Comptes rendus*, t. XXXIII, p. 501.
4 *B. S. F. P.*, 1861, p. 2.
5 *Photo-News*, 1879, p. 99.

Harrisson expose, en 1864, des portraits faits à la lumière électrique.

Le problème est donc résolu; mais ce que l'on cherche, c'est à diffuser cette lumière si éclatante, mais par contre trop brutale. De même que l'on ne peut obtenir de portraits doux et harmonieux à la lumière solaire directe, de même on ne saurait espérer des résultats acceptables avec la lumière directe de l'arc électrique.

On étudie alors des réflecteurs et des écrans destinés à diffuser et à tamiser cette lumière.

L'un des mieux compris est le *luxographe*[1], breveté à l'époque en Angleterre, et avec lequel furent obtenues de très belles épreuves à l'exposition de la *Société photographique de la Grande-Bretagne*. Il se compose d'un réflecteur parabolique au centre duquel est placé l'arc électrique; un écran translucide est disposé devant l'arc du côté du modèle, de telle manière que celui-ci n'est éclairé que par des rayons tamisés et par ceux renvoyés par le réflecteur.

On évite ainsi les ombres portées données par la lumière directe, et l'on peut obtenir tout le modelé nécessaire. La durée d'exposition variait de 20 à 30 secondes. L'auteur employait généralement dans le luxographe la lumière électrique, mais quelquefois aussi le magnésium en ruban ou des compositions pyrotechniques. Dans ces deux derniers cas, une cheminée d'appel évacuait au dehors les produits de combustion. Cet appareil est modifié par Liebert, qui remplace l'écran translucide par une coupelle de por-

[1] *B. S. F. P.*, 1879, p. 17; MONCKHOVEN (Dr), p. 111.

celaine opaque. Celle-ci masque le foyer lumineux, et le modèle n'est plus éclairé que par la lumière renvoyée par l'écran parabolique.

Walery se sert de deux lampes à arc qui sont disposées derrière le modèle; des écrans placés devant celui-ci l'éclairent uniquement par réflexion.

Aujourd'hui, comme nous le verrons par la suite, on opère avec des arcs en plus ou moins grand nombre, et l'on fait usage tout à la fois d'écrans diffuseurs et d'écrans réflecteurs.

Les essais faits avec les lampes à incandescence n'avaient pas donné de bons résultats à cause de la lumière produite qui tire un peu sur le jaune. Avec les lampes perfectionnées que l'on fabrique maintenant, et surtout avec les lampes survoltées, la lumière devient bien plus photogénique et leur emploi peut devenir réellement pratique.

Lampes à mercure. — Au lieu d'utiliser la lumière produite par l'arc électrique jaillissant entre deux électrodes de charbon, on a proposé d'opérer en vase clos et en présence des vapeurs de mercure.

Le docteur Way présente, en 1860, une lampe à arc que l'on considère comme très intéressante pour les usages photographiques[1]. On fait couler dans un récipient en verre clos un filet de mercure qui sort d'un réservoir supérieur pour retomber dans un réservoir inférieur. Les deux électrodes viennent aboutir dans ces deux réservoirs.

Ce dispositif un peu compliqué est remplacé aujourd'hui par un autre beaucoup plus simple. On prend

[1] *B. S. F. P.*, 1861, p. 221.

un long tube de verre dans lequel on introduit un peu de mercure, puis on ferme ce tube et on fait le vide. Deux électrodes soudées aux extrémités du tube permettent le passage du courant électrique ; aussitôt le mercure est volatilisé, ses vapeurs remplissent le tube, elles s'illuminent et forment une colonne incandescente d'une coloration bleu verdâtre. Cette lumière est presque privée de radiations rouges, et ce sont les radiations violettes et ultra-violettes qui dominent.

En principe donc, cette source de lumière est très photogénique ; malheureusement le verre employé pour constituer la lampe n'est guère perméable aux radiations de faible longueur d'onde, et il les arrête presque toutes. Dans ces conditions, les lampes à mercure à vide n'auraient eu qu'un intérêt médiocre en photographie si l'on n'était pas arrivé à constituer une enveloppe plus transparente pour les radiations qui sont les plus actives pour la plaque sensible. Les usines Schott, d'Iéna, ont proposé un verre de composition spéciale qui réalisait déjà un progrès véritable ; mais la question a été entièrement résolue par M. Héraeus, qui a trouvé le moyen de fabriquer des tubes en verre de quartz. Cette matière est très perméable aux radiations violettes et ultra-violettes; mais on ne savait pas la travailler comme le verre ordinaire. Aujourd'hui on y arrive grâce à l'emploi du four électrique.

La lampe construite par M. Héraeus est très actinique, et elle permet de faire un portrait en quelques secondes. Elle sera également utilisée dans les ateliers de photogravure et pour le tirage des positifs, comme nous le verrons par la suite[1].

[1] *La Nature*, 1905, t. II, p. 104.

CHAPITRE IV

LES PRÉPARATIONS PYROTECHNIQUES

Depuis longtemps on emploie pour la composition des feux de bengale, des feux d'artifices, des signaux de guerre et de marine, des compositions dites pyrotechniques qui produisent une lumière éclatante.

Il était tout indiqué de chercher à utiliser ces compositions à une époque où l'on n'avait à sa disposition ni la lumière électrique ni celle du magnésium. La seule précaution à prendre, c'était de choisir des compositions présentant le maximum d'actinisme et d'écarter systématiquement toutes celles renfermant des radiations vertes, jaunes ou rouges, les moins actives sur les préparations photographiques.

Il ne saurait entrer dans le cadre de cet ouvrage de donner la technique de la fabrication des compositions pyrotechniques. Ceci nous entraînerait trop loin, et d'ailleurs nous engageons d'une manière générale le lecteur à ne pas faire ces préparations lui-même, certaines étant très délicates à manier et constituant de véritables explosifs.

Rappelons seulement qu'une préparation pyrotechnique doit se composer essentiellement d'un combustible, d'un comburant et enfin d'un éclairant.

Le combustible, constitué le plus souvent de charbon de bois très divisé, de soufre en fleur, de gomme laque finement pulvérisée, a pour but d'assurer la propagation de la flamme. Le comburant est destiné à fournir la quantité d'oxygène nécessaire à la combustion complète du premier composant ; on emploie généralement l'azotate de potasse, et de préférence, dans beaucoup de cas, le chlorate de potasse. Le rôle de l'éclairant est de fournir à la flamme des deux premiers composants l'éclat qui leur manque. Il faut pour cela introduire des particules solides, lesquelles, portées à l'incandescence, donneront l'éclat cherché. On utilise à cet effet des métaux combustibles tels que le zinc, l'aluminium, le magnésium, qui produisent une lumière des plus brillantes.

Si l'on emploie l'antimoine, qui est difficilement combustible, on prendra le sulfure de ce corps, dans lequel le soufre combiné facilite l'inflammation.

Il est bien entendu que les divers produits nécessaires dans une composition pyrotechnique ne doivent pas être mélangés dans des proportions quelconques ; le calcul des équivalents donnera les proportions les plus convenables à employer.

Notons en terminant que toutes les préparations pyrotechniques brûlent en dégageant d'abondantes fumées, soit désagréables, soit quelquefois nocives. Leur emploi dans les endroits clos sera donc difficile, ou bien il faudra prendre des dispositions spéciales pour évacuer au dehors les produits de combustion.

C'est ainsi que procède M. Buss, qui présente, en 1856, des épreuves sur collodion humide obtenues en 8 à 10 secondes. Il recommande d'opérer dans une

lanterne close qui communique avec l'extérieur au moyen d'une cheminée à fort tirage. La partie antérieure de cette lanterne est constituée par un verre bleu pâle.

En 1860, M. Moule donne les mêmes conseils. Du reste, tous ceux qui ont fait des essais avec les mélanges pyrotechniques se sont vus dans la nécessité absolue d'opérer dans des conditions identiques.

Nous empruntons à l'ouvrage si intéressant de notre excellent ami le commandant Fourtier[1] un tableau dans lequel il reproduit les principales formules de mélanges pyrotechniques qui ont été employées avec succès (Voir page 18).

En 1908, le docteur Novack[2] indique une formule intéressante de photopoudre à combustion lente :

	gr.
Magnésium.	1
Nitrate de cérium.	0,7
Carbonate de strontium.	0,3

Ce mélange brûlerait en cinq secondes environ et développerait, d'après l'auteur, cent soixante mille bougies.

Parmi les compositions pyrotechniques récentes, nous citerons les torches éblouissantes de la maison Ruggieri. Ces torches sont faites spécialement pour les signaux de marine et les chemins de fer. Leur éclat est tel, que l'on pourra certainement les utiliser en photographie.

MM. Lumière fabriquent, de leur côté, des cartouches éclairantes à combustion lente qui, suivant le

[1] H. Fourtier, p. 23.
[2] *Photographische Korrespondenz*, juillet 1908.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Salpêtre	66,5	65,4	48,4	6,5	72,8	67,5	65,3	81,9	70,5	40,0	57,2
Soufre	22,5	21,7	12,9	22,5	21,2	25,3	21,5	27,0	23,5	40,0	28,5
Charbon	»	»	»	»	»	»	»	5,1	2,0	»	»
Persulfure d'antimoine	11,0	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Sulfure d'antimoine	»	4,3	22,6	»	»	7,2	4,2	10,3	4,0	20,0	14,3
Orpiment	»	8,6	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Réalgar	»	»	»	»	6,0	»	9,0	»	»	»	»
Minium	»	»	16,1	»	»	»	»	»	»	»	»
Antimoine	»	»	»	11,0	»	»	»	»	»	»	»

Auteurs : 1. Buss. — 2. Moule. — 3. Rossignol. — 4. Gulliver. — 5. Seebeck. — 6. Schnauss. — 7. Wulf. — 8 et 9. Harmann. — 10. X***. — 11. Junghauss.

volume de la charge, brûlent en des temps qui peuvent aller de deux secondes à deux minutes (fig. 1).

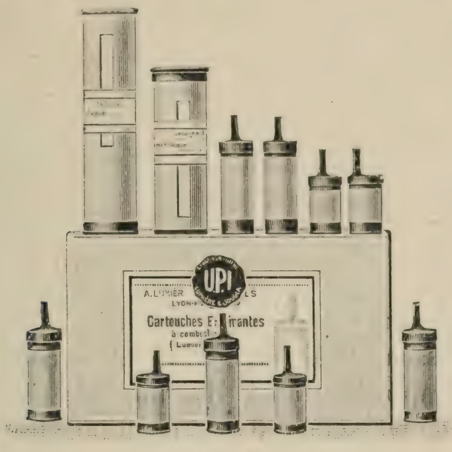


Fig. 1.

Ce sont, en somme, de véritables feux de bengale de durées variables, qui donnent une lumière très vive et très actinique. Leur emploi sera très pratique dans les intérieurs, car aucun dispositif n'est nécessaire et elles ne dégagent relativement que peu de fumée.

En incorporant dans un mélange pyrotechnique des métaux inflammables, comme le magnésium ou l'aluminium, on a obtenu des résultats tellement supérieurs comme intensité de lumière et comme rapidité de combustion, que les compositions pyrotechniques n'ont guère plus maintenant qu'un intérêt rétrospectif. Par contre, la question de la photographie à la lumière artificielle par l'emploi du magnésium principalement va nécessiter de notre part une étude des plus complètes, et ce sera la partie dominante de cet ouvrage.

CHAPITRE V

LE MAGNÉSIUM

Le magnésium est un métal blanc, d'une densité de 1,74, qui ressemble à l'argent, mais est beaucoup plus léger ; il se rapproche aussi du zinc. Inaltérable à l'air sec, il s'oxyde facilement dans une atmosphère humide. Chauffé à une température suffisante, il brûle en s'emparant de l'oxygène de l'air et produit une lumière éclatante, très riche en radiations actiniques.

Le produit de la combustion est constitué par de la magnésie, qui donne lieu à une fumée assez épaisse et se dépose ensuite en poussière impalpable sur tous les objets environnants. C'est là du reste le seul inconvénient de cette source de lumière, mais inconvénient assez sérieux dans nombre de cas. Nous verrons par la suite comment dans la pratique on peut se débarrasser de cette fumée génante..

D'après les travaux de Pickering, le spectre de la lumière du magnésium est celui de toutes les lumières artificielles qui se rapproche le plus de celui du soleil.

L'industrie livre actuellement le magnésium à un prix des plus abordables. Pour les usages photographiques, on le produit sous forme de fil, de ruban ou

de poudre plus ou moins fine. On le brûle soit pur, soit mélangé à des substances oxydantes. Dans ce cas, nous avons affaire à un véritable mélange pyrotechnique auquel on donne le nom de *photopoudre*.

Trois méthodes sont employées pour brûler le magnésium : 1° en fil ou ruban; 2° en poudre très fine; 3° en mélange pyrotechnique.

Nous allons les étudier successivement.

1° *Lampes au magnésium tréfilé.* — L'industrie ayant livré d'abord le magnésium sous forme de fil, on crée des dispositifs permettant de faire avancer celui-ci au fur et à mesure de sa combustion, de manière à obtenir une lumière continue.

L'un des meilleurs modèles, et dont il n'a été fait depuis que des variantes sans modifications essentielles, a été construit par Bunsen[1]. Une petite lampe portative comporte un réflecteur parabolique argenté au centre duquel se trouve une tubulure par laquelle arrive le fil de magnésium (fig. 2). Celui-ci, enroulé à l'intérieur sur une bobine à axe libre,

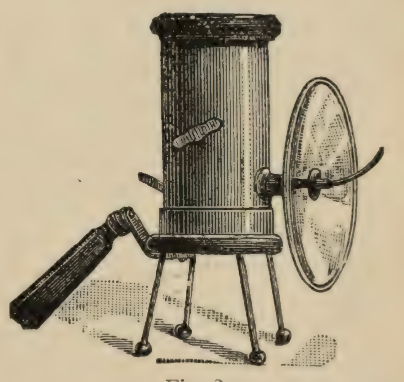


Fig. 2.

passe entre deux rouleaux actionnés par un mouvement d'horlogerie. Lorsque ce dernier est réglé à une vitesse convenable, les rouleaux entraînent le fil de

[1] *B. S. F. P.*, 1860, p. 319.

magnésium d'une façon régulière, de sorte que le foyer lumineux reste sensiblement fixe à l'extrémité de la tubulure.

Pour enflammer le magnésium, il suffit de le chauffer quelques instants avec une lampe à alcool. S'il est de bonne qualité et ne contient pas d'impuretés, on obtient une lumière continue qui dure jusqu'à épuisement du fil.

En 1864, Brothers[1] obtient avec la lampe au magnésium de bonnes reproductions de gravures en 50 secondes. Il présente à la *Société Royale d'Écosse* des portraits exécutés en brûlant 1gr,07 de fil de magnésium en des temps de pose ne dépassant pas 40 à 50 secondes. L'auteur indique la nécessité de déplacer légèrement la lampe pendant l'opération, pour éviter les ombres trop dures dues à l'étroitesse du foyer lumineux.

En 1865[2], MM. Mathieu Plessy et Bertaud fils exécutent à la *Société française de photographie* une série de clichés en se servant de l'éclairage produit par trois lampes Salomon et Grant.

Une reproduction de gravure est obtenue en 30 secondes; la reproduction d'un buste de Daguerre en plâtre en 35 secondes, et enfin un portrait sur nature en 120 secondes.

La lampe de Salomon et Grant est analogue à celle de Bunsen, à cette seule différence qu'elle permet de brûler des fils de magnésium tressés ensemble dans le but d'éviter les extinctions qui se produisaient quelquefois avec un fil unique.

[1] *B. S. F. P.*, 1864, p. 125.
[2] *Ibid.*, 1865, p. 36.

Cette source de lumière est tellement pratique, qu'on l'emploie pour la reproduction des intérieurs lorsque ceux-ci ne sont pas assez ou pas du tout éclairés.

M. Silvy reproduit ainsi les tombeaux de la famille d'Orléans à Dreux[1]. Une pose de 6 minutes est nécessaire avec des plaques au collodion humide.

M. Piazzi Smith[2] pénètre dans la grande pyramide en Égypte, afin de reproduire le fameux coffret de granit qui y est enfermé et avait donné lieu à tant de controverses scientifiques. Il réussit après de nombreuses difficultés provenant du manque d'aération de l'intérieur de la pyramide : en effet, le nuage de magnésie persistait près de vingt-quatre heures dans cet endroit clos, et il ne lui était pas possible de faire plus d'un cliché par jour.

Ces résultats sont excessivement intéressants au point de vue historique, car les préparations sensibles employées à l'époque étaient loin d'avoir la rapidité des plaques actuelles. Aujourd'hui, la lampe à magnésium tréfilé pourra être encore utilisée dans quelques cas particuliers; mais la supériorité des lampes à magnésium en poudre ou des photopoudres n'est pas à discuter, comme nous le verrons par la suite.

En dernier lieu, il convient de citer des essais qui ont été faits pour brûler le magnésium dans une atmosphère d'oxygène.

Le lieutenant Kiesling[3] dispose le ruban de magnésium dans un récipient en verre que l'on remplit d'oxygène. Pour produire l'inflammation du fil, on

[1] *B. S. F. P.*, 1865, p. 288.
[2] *Ibid.*, 1865, p. 321.
[3] *Photographische Mitteilungen*, 1er avril 1898.

place à l'extrémité de celui-ci une petite quantité de magnésium en poudre enrobé dans du collodion ; un mince fil d'acier est noyé dans le collodion, et il suffira de le faire rougir au moyen d'un courant électrique pour provoquer l'inflammation du tout.

En opérant avec ce dispositif, la lumière est considérablement augmentée, et les produits de combustion restent à l'intérieur du récipient.

Actuellement, on trouve dans le commerce un petit modèle portatif de lampe à magnésium en ruban qui

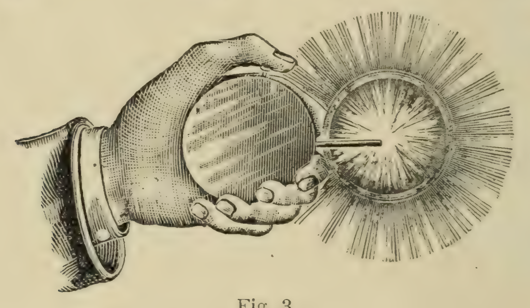


Fig. 3.

pourra souvent être utile à l'opérateur, car il tient dans la poche et il est de la plus grande simplicité (fig. 3).

2° *Lampes au magnésium pur.* — Dès que l'industrie put livrer le magnésium en poudre fine, de nouveaux appareils sont créés pour son emploi sous cette forme ; ils portent, dans le langage courant, le nom de *lampes au magnésium pur*. Elles reposent toutes sur le même principe : projection du magnésium en poudre dans une flamme suffisamment chaude.

Certaines conditions essentielles sont à réaliser dans

la pratique pour obtenir de ces lampes le meilleur rendement, et c'est pour ne pas remplir l'une ou l'autre de ces conditions que plusieurs des appareils proposés ne donnent pas tout ce que l'on aurait pu attendre d'eux.

Suivant le mode de préparation, la poudre de magnésium peut être plus ou moins fine, plus ou moins homogène. L'expérience a montré qu'il ne fallait pas employer le magnésium en poudre trop fine dite impalpable, car celle-ci, à cause de la petitesse des molécules qui la constituent, s'oxyde avec la plus grande facilité.

On doit donner la préférence à une poudre fine composée de grains de même diamètre ; c'est ce qui constitue l'homogénéité[1]. Dans une poudre non homogène, les plus gros grains brûleront plus lentement et produiront des projections latérales, phénomène qui a été parfaitement enregistré en faisant la photographie directe de l'éclair (expériences de l'auteur)[2].

La force d'impulsion nécessaire pour chasser le magnésium dans la flamme doit être proportionnée à la grosseur des grains employés. Si ceux-ci sont trop gros ou projetés trop vite, ils n'auront pas le temps de s'enflammer ; si la force d'impulsion est trop faible, une partie de la charge pourra ne pas atteindre la flamme et la combustion sera incomplète, la lampe fusera au lieu de donner un bel éclair.

Il faut en dernier lieu employer une flamme très chaude, afin d'assurer la combustion immédiate et com-

[1] Le tamis 120 convient parfaitement.
[2] A. Londe, I, p. 12.

plète du magnésium ; celle-ci devra d'autre part avoir des dimensions suffisantes pour qu'aucune parcelle du métal ne puisse la traverser sans être enflammée.

Nous allons décrire un certain nombre de lampes parmi les plus intéressantes, et, après ce que nous venons d'expliquer, le lecteur ne sera pas embarrassé pour faire son choix.

Amstrong, en 1888[1], propose d'insuffler le magnésium en poudre dans la flamme d'un bec de gaz.

William Bishop, reprenant cette idée, suggère d'employer un flacon de verre analogue à la pissette des laboratoires. Ce flacon renferme une certaine quantité de magnésium en poudre. L'une des tubulures est munie d'un tuyau en caoutchouc terminé par une poire à pression qui permet, au moment voulu, d'envoyer de l'air dans le flacon.

La seconde tubulure, plus large, vient déboucher devant une large flamme d'alcool. Lorsque l'on appuiera sur la poire, l'air entraînant une certaine quantité de magnésium, celui-ci viendra s'enflammer, et il se produira un éclair très brillant.

On peut reprocher à cet appareil, d'ailleurs fort ingénieux, de ne pas présenter une régularité suffisante, car on n'est jamais sûr d'envoyer la même quantité d'air ni de projeter dans la flamme la même quantité de magnésium.

On cherche alors à créer des appareils très simples et facilement transportables pour pouvoir opérer n'importe où.

L'un des plus typiques est le *photospire* du docteur

[1] *B. S. F. P.*, 1888, p. 34.

Ranque[1]. Il se compose d'un petit tube de verre recourbé en forme de trompe de chasse (fig. 4). Une des extrémités reçoit un tube de caoutchouc avec poire; l'autre, évasée, est destinée à la sortie de la poudre de magnésium. Celle-ci est mise d'avance à la quantité voulue dans le tube, où elle forme une sorte de bouchon intérieur qui sera projeté dans la flamme au moment voulu. Ce petit appareil se fixe sur une bougie au moyen d'une pince, l'orifice évasé du tube en face la flamme. Il suffit d'appuyer sur la poire pour obtenir l'éclair magnésique.

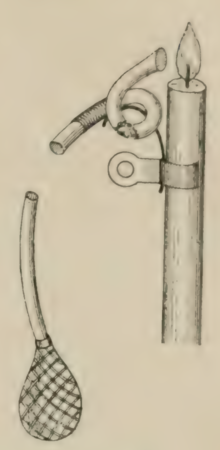


Fig. 4.

Des variantes de cet appareil ont été indiquées par plusieurs auteurs. Le docteur Bourmans, de Maëstricht, emploie un tube de verre en forme de V.

En Amérique, on préconise un tube droit de 10 à 15 centimètres de longueur et comportant au milieu un petit entonnoir qui sert à introduire la charge; l'extrémité de sortie est garnie d'amiante imbibée d'alcool que l'on enflamme au moment voulu. Il faut naturellement, lorsqu'on opère, obturer le petit entonnoir, pour éviter que l'air projeté ne s'échappe par cette ouverture.

Le *Pratical photographer* propose d'employer un dispositif encore plus simple : c'est une vulgaire pipe en terre à l'extrémité de laquelle on ajuste un tube de

[1] *La Nature*, 1890, t. I, p. 93.

caoutchouc muni d'une poire pneumatique. On place la charge voulue à l'intérieur de la pipe et l'on entoure le foyer d'amiante tressée et imbibée d'alcool.

Nous citerons également, pour mémoire, le *revolver photographique* du docteur Ranque et le *tison éclair* de MM. Merville et Lansiaux. Ces deux appareils, analogues à un briquet, contenaient chacun plusieurs charges de magnésium, ce qui permettait de produire rapidement un ou plusieurs éclairs.

Le dispositif d'allumage était constitué, dans l'appareil du docteur Ranque, par une petite lampe à essence, et, dans celui de MM. Merville et Lansiaux, par une allumette. Inutile d'insister sur ces deux derniers appareils, qui étaient particulièrement dangereux. Nombre d'opérateurs ont été en effet cruellement blessés lorsque, tenant ces lampes à la main, ils recevaient sur celle-ci les projections de magnésium incandescent. La température des flammes employées n'était pas, en effet, suffisante pour brûler tout le métal ; de plus leur volume était trop réduit.

Si nous avons signalé ces faits, c'est pour engager l'opérateur à ne jamais rester dans le voisinage immédiat d'une lampe à magnésium, de quelque système qu'elle soit. Il peut toujours se produire des projections de particules incandescentes qui occasionneront des brûlures particulièrement douloureuses. De plus, toutes les lampes jusqu'ici décrites ne peuvent brûler qu'une quantité très faible de magnésium, insuffisante dans la plupart des cas.

Les recherches sont alors orientées vers la construction de lampes pouvant brûler une quantité quelconque de magnésium ; on étudie également des modèles sus-

ceptibles de produire une lumière continue pendant un temps plus ou moins long.

Nous aurons donc à examiner deux catégories bien distinctes : les lampes à éclair unique et les lampes à éclairs successifs ou à flamme continue.

A. — *Lampes à éclair unique.*

L'une des meilleures et dont nous nous sommes beaucoup servi à la Salpêtrière est celle de MM. Fribourg et Hesse (fig. 5). Sur un pied solide est monté un tube en S surmonté d'un petit entonnoir dans lequel on introduit la charge de magnésium. A l'extrémité inférieure du tube s'adapte un tuyau de caoutchouc terminé par une forte poire pneumatique. Pour obtenir une flamme suffisamment chaude et assez large, les auteurs se servent d'une couronne métallique garnie d'amiante que l'on trempe dans l'alcool au moment d'opérer et qui vient se placer concentriquement à l'entonnoir. Le magnésium projeté à travers cette flamme circulaire brûle dans les meilleures conditions.

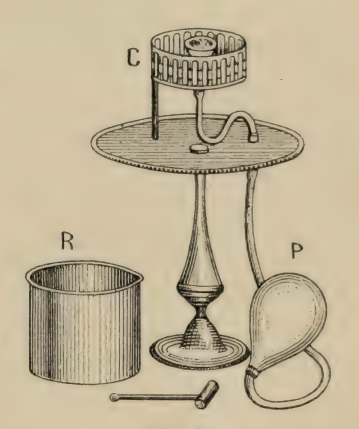


Fig. 5.
C, couronne. — R, réservoir contenant de l'alcool. — P, poire pneumatique.

La lampe *Soleil* de M. Bourdier, très analogue à la précédente, donne également de bons résultats. L'auteur

emploie une série de mèches imbibées d'alcool et disposées concentriquement à l'entonnoir central contenant la charge de magnésium.

Il nous faut signaler aussi la lampe Glégil, dans laquelle, pour assurer une combustion absolument complète du magnésium, celui-ci est projeté entre deux flammes circulaires, l'une intérieure, l'autre extérieure. L'idée est intéressante.

B. — *Lampes à éclair multiples et à flamme continue.*

Le modèle inventé par M. Boyer, et qui lui sert depuis des années pour opérer dans les théâtres, est universellement connu[1]. Cet appareil, construit par MM. Poulenc, se compose d'un réservoir à alcool muni de deux porte-mèches, ce qui permet d'obtenir simultanément deux éclairs. Au centre de chaque porte-mèche aboutit une tubulure qui est en rapport avec un réservoir métallique contenant la poudre de magnésium. Une fois la charge voulue introduite dans le réservoir, on ferme celui-ci hermétiquement.

Lorsque l'on insufflera de l'air en pression dans le réservoir, le magnésium sera projeté dans la flamme et l'éclair se produira. A cet effet, M. Boyer se sert d'un fort soufflet qui, au moyen de tubulures embranchées sur le conduit principal, permet de faire fonctionner simultanément plusieurs lampes (fig. 6).

Dans l'hypothèse présente, l'air sous pression chasse toute la charge de magnésium mise dans chaque lampe. Si l'on veut obtenir plusieurs éclairs successifs ou une

[1] *Photo-Gazette*, 25 août 1891, p. 183.

flamme continue, il faudra d'abord augmenter la quantité de magnésium ; à cet effet, le réservoir de la lampe

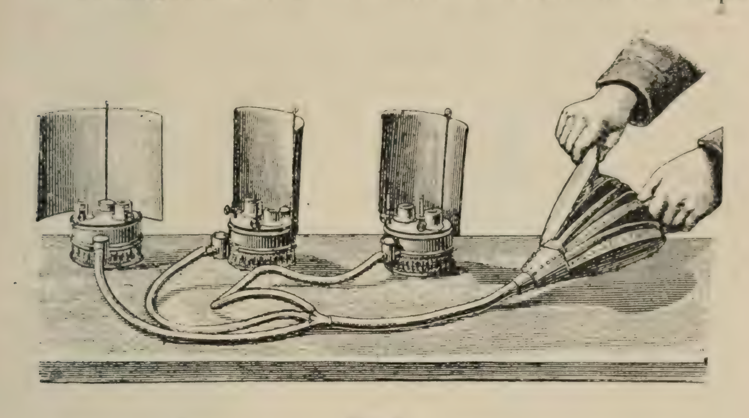


Fig. 6.

Boyer a des dimensions suffisantes pour contenir une quantité importante de magnésium.

D'autre part, il faut pouvoir envoyer l'air dans le réservoir d'une manière continue et autant qu'il sera

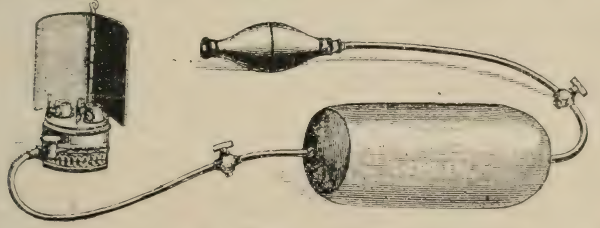


Fig. 7.

nécessaire. Dans ce but, on intercale entre le soufflet ou une poire et le réservoir, un ballonnet de caoutchouc qui permettra d'emmagasiner une certaine quantité d'air sous pression (fig. 7).

A cet effet, le ballonnet comporte deux robinets à l'entrée et à la sortie. On ferme ce dernier lorsque l'on veut remplir le ballonnet, ce que l'on effectue au moyen de la poire ; aussitôt plein, on ferme à son tour le robinet d'arrivée, et l'on possède le récipient plein d'air comprimé. Si l'on ouvre alors le robinet de sortie, le magnésium entraîné sera projeté dans la flamme.

Si on ne fait qu'ouvrir et fermer le robinet, on n'aura qu'un éclair de courte durée, et l'on en obtiendra de nouveaux chaque fois que l'on effectuera la même manœuvre ; si, au contraire, on laisse le robinet ouvert, on aura une flamme continue. Celle-ci durera tant que la provision de magnésium ne sera pas épuisée ou tant que la pression de l'air ne sera pas descendue en dessous d'une certaine limite. En pratique, si l'on désire une flamme d'assez longue durée, il suffira de prendre un ballonnet de grande capacité ou mieux encore de maintenir la pression en continuant à faire agir le soufflet ou la poire pendant l'opération.

En résumé, avec cette lampe très simple, on pourra réaliser à volonté un ou plusieurs éclairs ou un éclairage continu d'une certaine durée.

La lampe de M. Nadar est également très connue et a l'avantage sur la précédente de donner un éclairage encore plus prolongé par la disposition du réservoir, qui a une capacité beaucoup plus grande. Cet appareil se compose d'un réservoir de forme ovoïde qui repose sur le sol au moyen d'une embase solide (fig. 8). Un tube métallique traverse le réservoir et vient aboutir à la partie supérieure, au centre d'une mèche circulaire imbibée d'alcool. A sa partie inférieure il n'atteint pas tout à fait le fond du réservoir, de sorte que le

magnésium, par son poids, vient constamment se présenter devant l'orifice du tube. Au centre de l'embase, et précisément en face de cet orifice, se trouve un injecteur par lequel l'air sous pression peut arriver au

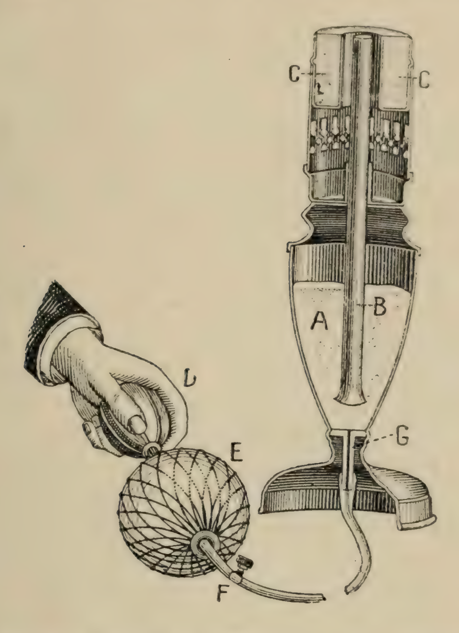


Fig. 8. — A, réservoir rempli de magnésium. — B, tube de sortie. — CC, mèche circulaire. — G, injecteur. — D, poire pneumatique. — E, ballonnet de caoutchouc. — F, robinet.

moment voulu. On comprend que, dans ces conditions, le magnésium sera régulièrement entraîné vers l'orifice supérieur, où il s'enflammera.

Pour obtenir de l'air sous pression, Nadar comprime de l'air au moyen d'une poire pneumatique dans un ballonnet en caoutchouc relié à l'injecteur par un tuyau muni d'un robinet de sortie : c'est en somme la même

disposition que dans l'appareil Boyer. On pourra donc, comme avec ce dernier, obtenir un ou plusieurs éclairs ou une flamme continue ; celle-ci peut avoir une durée de 50 à 60 secondes.

Nous croyons devoir aussi citer la lampe de M. Schirm. Dans les appareils précédents, qui sont des appareils portatifs, l'emploi d'un liquide comme l'alcool n'est pas sans présenter quelques inconvénients à cause de son inflammabilité.

Dans la lampe de M. Schirm (fig. 9), il n'en est

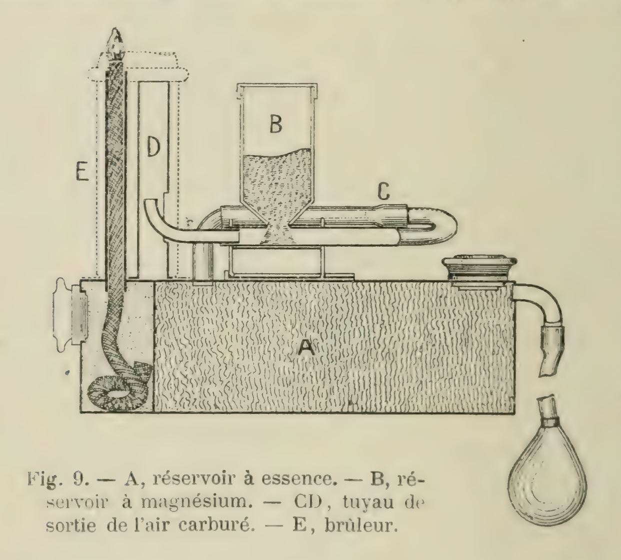


Fig. 9. — A, réservoir à essence. — B, réservoir à magnésium. — CD, tuyau de sortie de l'air carburé. — E, brûleur.

pas de même ; le réservoir de celle-ci renferme une surface spongieuse et absorbante que l'on sature d'un liquide combustible et très volatil, la benzine (essence), par exemple. Les gaz qui se forment dans le réservoir alimentent un brûleur, puis ils serviront à carburer l'air qui devra chasser le magnésium. Cette idée est

très intéressante, car l'air carburé chargé de magnésium s'enflammera avec la plus grande facilité à la simple flamme du brûleur en donnant une gerbe lumineuse très large.

Si l'on désire un éclairage de plus longue durée encore, on pourra actionner plusieurs lampes successivement ou employer d'autres dispositifs qu'il est utile de signaler au lecteur. Disons de suite que, dans la généralité des cas, la lumière produite par le magnésium est tellement intense qu'un seul éclair suffit pour obtenir le résultat cherché. L'utilité d'une lumière continue d'une certaine durée sera cependant démontrée dans quelques applications spéciales, reproductions d'intérieurs de très grandes dimensions, photographie la nuit, cinématographie à la lumière artificielle, ou encore l'impression rapide des papiers positifs à image apparente, dont tout le monde connaît le peu de sensibilité.

En 1866, Larkin fait des essais intéressants dans cet ordre d'idées. Il propose de faire tomber dans une flamme très chaude du magnésium mélangé avec du sable fin[1]. Les résultats obtenus n'ont pas été très concluants; mais nous croyons cependant qu'il y aurait quelque chose à faire dans cette voie.

En 1892, Humphrey, en Angleterre, construit un appareil pour brûler le magnésium en présence de l'oxygène et obtenir une flamme continue d'un éclat extraordinaire[2].

Le magnésium en poudre est renfermé dans un

[1] *B. S. F. P.*, 1866, p. 277.
[2] *Ibid.*, 1892, p. 283.

réservoir ovoïde monté sur un socle solide pour en assurer la stabilité. Il comporte, à la partie supérieure, une ouverture par laquelle le magnésium sera projeté. Au lieu d'envoyer de l'air comprimé, l'auteur se sert de gaz d'éclairage, lequel pénètre par la base du réservoir, remplit celui-ci et vient sortir par l'ouverture supérieure, où on l'enflamme. On règle l'admission du gaz de telle façon qu'il ne fasse que traverser le magnésium sans l'entraîner : on obtient alors à l'orifice une très petite flamme bleue.

D'autre part, une deuxième conduite amène cette fois de l'oxygène pur ; cette conduite se bifurque en deux pour alimenter un tube central, lequel vient aboutir au milieu de l'orifice de sortie, puis un bec circulaire concentrique au premier. Par suite de cette disposition, le gaz s'échappe entre deux nappes d'oxygène, et on obtient ainsi une température très élevée.

Si alors on ouvre l'admission du gaz en grand, celui-ci entraîne le magnésium, lequel vient brûler à la sortie avec un éclat extraordinaire. Par la simple manœuvre du robinet de gaz, comme dans les lampes que nous avons décrites il y a un instant, on obtiendra un ou plusieurs éclairs successifs ou encore une flamme continue.

Toutes les lampes que nous venons de décrire produisent d'abondantes fumées ; dans le cas d'installations fixes, rien ne sera plus facile que de les évacuer au dehors au moyen d'un dispositif approprié. Dans les installations volantes, il faudra se résoudre, après chaque cliché, à effectuer une ventilation énergique ou attendre que les particules de magnésie en suspension dans l'air soient retombées. On pourra encore, dans certains cas,

utiliser un des systèmes portatifs d'avale-fumée qui ont été proposés pour l'emploi des photopoudres et que nous décrirons dans un instant.

En terminant, nous rappellerons que toutes les lampes qui comportent un réservoir sont faites uniquement pour brûler du magnésium pur ; y introduire, comme ont fait quelques opérateurs ignorants ou distraits, les compositions pyrotechniques que constituent les photopoudres, c'est aller au-devant d'un accident certain, car, dans ces conditions, l'explosion de la lampe est inévitable.

3° *Les photopoudres au magnésium.* — Les préparations ainsi désignées dans le langage habituel ne sont autre chose que des préparations pyrotechniques dans lesquelles le magnésium constitue l'éclairant, le comburant étant constitué, suivant les formules, par des produits divers, la plupart susceptibles de fournir instantanément la quantité d'oxygène qui est nécessaire pour brûler complètement le magnésium. Logiquement, nous aurions dû ranger les photopoudres sous la rubrique des préparations pyrotechniques; mais ces compositions ont une telle puissance lumineuse, une telle rapidité de combustion, des applications si importantes et si nouvelles, qu'elles forment la partie la plus importante de cet ouvrage, et qu'il est nécessaire de les étudier tout à fait à part, ce que nous allons faire dans les chapitres qui suivent.

Modes de préparation. — Tous les photopoudres sont constitués par un mélange intime de magnésium en poudre et d'un ou plusieurs comburants réduits également en poudre fine.

Écartant à priori le magnésium en poudre impalpable, qui s'oxyde trop rapidement à l'air, on donnera la préférence au magnésium tamisé au tamis de 120. On se procurera dans le commerce les comburants à l'état de poudre bien homogène, et il n'y aura plus qu'à opérer le mélange.

Cette opération, qui paraît très simple à première vue, n'est évidemment pas compliquée; mais elle est cependant des plus délicates. En effet, la plupart des préparations indiquées, et en particulier celles à base de chlorate de potasse, constituent de véritables explosifs que le moindre choc peut faire détoner. On évitera donc, pour procéder au mélange, tout corps dur, verre, métal, même le bois. On dispose les produits à mélanger sur une feuille de papier ou sur une toile fine; puis avec une simple carte, ou mieux encore un pinceau en poils de blaireau, on remue le tout jusqu'à ce que le résultat cherché soit obtenu.

Pour éviter cette opération quelque peu fastidieuse, on peut employer avec avantage le mélangeur de M. Bouillaud, très simple à faire et très pratique. On prend une boîte ronde en carton et on y dispose trois cloisons verticales également en carton et divisant l'intérieur en trois secteurs égaux. Ces cloisons ont toutes la hauteur de la boîte, mais on les coupe sur la moitié de leur longueur. De cette manière, le centre de la boîte est complètement libre. On met alors dans celle-ci les produits à mélanger, on remet le couvercle et on entoure d'un bracelet de caoutchouc, afin qu'aucune parcelle ne puisse s'échapper. En remuant pendant quelques instants et à cause des cloisons qui forment chicane et obligent les constituants à se mélanger inti-

mement, on obtient rapidement une poudre parfaitement homogène.

MM. Woltz et Weiss, qui ont proposé il y a quelques années une poudre dénommée *argentorat*, se servent également, pour opérer le mélange, d'une boîte; mais, au lieu de renfermer des cloisons internes, elle est divisée en deux par un tamis fin; on met les produits d'un côté du tamis, on ferme la boîte et on protège avec un bracelet en caoutchouc, comme dans l'appareil Bouillaud. On agite alors la boîte circulairement, de façon à ce que le mélange s'opère à travers le tamis. Au bout de quelques instants, ce résultat est obtenu.

Le principe de ce petit appareil est excellent; mais en pratique il est défectueux et doit être écarté, à notre avis, parce que les auteurs emploient une boîte et un tamis métalliques. Avec l'*argentorat*, qui est un photopoudre non explosif, ceci n'a aucun inconvénient; mais il n'en serait pas de même si l'on voulait faire avec ce dispositif le mélange d'un autre photopoudre, à base de chlorate de potasse, par exemple. Il suffirait que quelques parcelles du mélange subissent un frottement lors de la mise en place du couvercle pour qu'une explosion se produise. Rien ne serait d'ailleurs plus facile que de réaliser le même appareil en employant une boîte en carton et un tamis en crin.

Il est bien entendu qu'il ne faudra jamais opérer la préparation d'un photopoudre près d'une source de lumière ou dans une pièce contenant un foyer allumé. La légèreté des constituants est telle, qu'ils peuvent se répandre dans l'atmosphère et aller s'enflammer à une distance assez grande. Le bracelet de caoutchouc pré-

conisé par les auteurs dont nous venons de parler est une précaution qui est loin d'être inutile.

Nous allons indiquer maintenant un certain nombre de formules, en les classant autant que possible d'après la nature du comburant ; la comparaison entre des formules quelque peu similaires sera plus facile.

PHOTOPOUDRES AU CHLORATE DE POTASSE

		gr.
1°	Magnésium	30,00
	Chlorate de potasse	60,00
	Sulfure d'antimoine	10,00
	(Goedicke et Miethe.)	
2°	Magnésium	37,60
	Chlorate de potasse	52,60
	Sulfure d'antimoine	9,80
	(Richelet.)	
3°	Magnésium	41,65
	Chlorate de potasse	50,00
	Sulfure d'antimoine	8,35
	(X***.)	
4°	Magnésium	13,50
	Chlorate de potasse	50,00
	Sulfure d'antimoine	25,00
	Soufre	12,50
	(Taylor.)	
5°	Magnésium	23,80
	Chlorate de potasse	42,80
	Soufre	33,40
	(Gillet.)	
6°	Magnésium	32,50
	Chlorate de potasse	65,00
	Phosphore amorphe	2,50
	(Goedicke et Miethe.)	
7°	Magnésium	31,65
	Chlorate de potasse	63,25
	Ferrocyanure de potassium	5,10
	(Goedicke et Miethe.)	

8°	Magnésium.	25,00
	Chlorate de potasse.	50,00
	Sucre en poudre.	25,00

(Harvey.)

9°	Magnésium.	43,45
	Chlorate de potasse.	43,45
	Coton poudre.	13,10

(Blain.)

Toutes ces préparations chloratées sont de véritables explosifs, et l'on ne saurait les manipuler sans prendre les plus grandes précautions. Il faut d'abord les conserver au sec; en effet, certains photopoudres peuvent détoner spontanément en présence de l'humidité. Un accident de ce genre est arrivé, il y a quelques années, à Philadelphie : un flacon de photopoudre conservé depuis dix-huit mois fit explosion subitement ; trois personnes furent tuées et trois autres grièvement blessées[1].

Il est donc recommandé de ne jamais avoir en réserve de trop grandes quantités de ces préparations. On doit conserver les photopoudres dans des flacons de verre hermétiquement fermés au moyen d'un bouchon de liège; il faut proscrire d'une façon absolue les flacons à l'émeri, dont le bouchon de verre frottant sur le col amènerait infailliblement une explosion, si quelques parcelles de poudre se trouvaient adhérer à celui-ci.

Pour les mêmes raisons, il ne faut pas employer de boîtes métalliques.

Les boîtes en carton sont parfaites au point de vue de la sécurité; mais elles ne préservent pas absolument la poudre de l'humidité. On pourra, une fois fermées, les conserver à leur tour dans une boîte métallique.

[1] *B. S. F. P.*, 1890, p. 21.

PHOTOPOUDRES AU PERCHLORATE DE POTASSE

L'emploi du perchlorate de potasse a été préconisé, parce qu'il présente moins de dangers que celui du chlorate. Ceci ne veut pas dire qu'il n'y ait aucun danger; aussi engageons-nous vivement le lecteur à ne jamais se départir des sages mesures de prudence que nous lui avons indiquées.

Voici une bonne formule de ce genre :

		gr.
10°	Magnésium.	66,60
	Perchlorate de potasse.	33,40
	(Lumière et Seyewetz.)	

M. Eder propose une formule dans laquelle figurent à la fois le chlorate et le perchlorate :

PHOTOPOUDRES DIVERS

		gr.
11°	Magnésium.	28,50
	Permanganate de potasse.	35,75
	Bichromate de potasse.	35,75
	(Lord.)	
12°	Magnésium.	75,00
	Soufre.	25,00
	(Howland.)	
13°	Magnésium.	80,00
	Poudre de chasse.	20,00
	(X***.)	
14°	Magnésium.	50,00
	Azotate de potasse.	50,00
	(X***.)	
15°	Magnésium.	50,00
	Azotate d'ammoniaque.	50,00
	(Lainer.)	

Cette dernière composition donnerait peu de fumées ; mais elle est très hygrométrique.

PHOTOPOUDRES AUX CHROMATES

Dans ces derniers temps, MM. Lumière ont fait breveter un certain nombre de poudres éclairantes qui brûlent en produisant très peu de fumées. Elles sont constituées par des mélanges de magnésium avec les chromates des métaux présentant ou pouvant présenter théoriquement deux degrés d'oxydation, tels que le fer, le manganèse, le chrome, le nickel, le cobalt, le plomb, l'aluminium, le cérium, l'antimoine.

Les auteurs donnent à titre d'exemple les formules suivantes :

1°	Magnésium.	2 ou 3 parties.
	Chromate de manganèse. .	1 partie.
2°	Magnésium.	id.
	Chromate de fer.	id.
3°	Magnésium.	id.
	Chromate de chrome. . .	id.
4°	Magnésium.	id.
	Chromate de cobalt. . . .	id.
5°	Magnésium.	id.
	Chromate d'antimoine. . .	id.

PHOTOPOUDRES AUX BIOXYDES

MM. Lumière, dans un certificat d'addition à leur brevet, signalent aussi l'emploi de certains bioxydes ou sesquioxydes provenant de la calcination des nitrates, tels que les oxydes de cuivre, de fer, de cobalt.

Voici quelques exemples donnés par MM. Lumière :

1° Magnésium.	2 parties.
Oxyde de cuivre provenant de la calcination du nitrate.	2, 3 ou 4 parties.
2° Magnésium.	2 parties.
Oxyde de cobalt provenant de la calcination du nitrate.	3 parties.
3° Magnésium.	2 parties.
Oxyde de fer provenant de la calcination du nitrate.	3 parties.

Ces diverses préparations seraient d'une grande rapidité de combustion, donneraient peu de fumées et ne produiraient que peu de bruit.

AUTRES FORMULES

Nous serions incomplet si nous ne citions pas d'autres formules de photopoudres qui diffèrent sensiblement de toutes celles que nous venons d'indiquer, et qui peuvent être le point de départ de nouveaux travaux très intéressants.

Ainsi M. Haeck (de Stuttgard) brevète, en 1894, l'emploi d'un mélange de magnésium et de farine en poudre impalpable additionné d'une petite quantité d'amiante.

	gr.
Magnésium.	10
Farine.	10
Amiante (en filaments fins et courts). . .	1

L'auteur a mis à profit la propriété de la farine à l'état d'extrême division qui fait facilement explosion au contact d'une flamme.

M. Schwartz (de Hanovre) brevète, en 1898, un procédé pour obtenir des poudres éclairantes ne donnant que peu de fumées. Le principe consiste à mélanger au magnésium des produits incombustibles qui ne participeront pas à la combustion, mais qui seront capables de fixer la magnésie. L'auteur indique diverses substances qui peuvent remplir ce but, et notamment la silice, l'acide borique, la craie, la magnésie calcinée ou carbonatée.

Voici les formules qu'il donne :

		gr.
1°	Magnésium.	50
	Acide silicique ou borique.	50
2°	Magnésium.	50
	Acide silicique.	25
	Acide borique.	25

En terminant, nous croyons utile de reproduire un excellent travail du docteur Franz Novack, de l'Institut des arts graphiques de Vienne[1]. Il porte sur de nouvelles compositions aux nitrates, dont quelques-unes sont particulièrement intéressantes et n'avaient pas encore été essayées.

Le mélange magnésium (1) et nitrate de cadmium (1) donne une grande intensité lumineuse.

Le mélange magnésium (1) et nitrate de thorium (0,50) est à recommander également.

[1] *The British Journal of Photography*, 23 août 1907 ; *B. S. F. P.*, 1907, p. 463.

MATIÈRE MÉLANGÉE À 1gr DE POUDRE DE MAGNÉSIUM		Intensité relative de l'action photographique produite sur du gélatinobromure d'argent H. M. S.	DURÉE DE LA COMBUSTION EN SECONDES
	gr.		
Permanganate de potasse.	0,75	173 000	0,12
Nitrate de potasse.	1,00	36 000	0,07
Nitrate de baryum.	1,00	60 000	0,07
Nitrate de strontium.	1,00	84 000	0,105
Nitrate de thorium.	1,00	281 000	0,220
Id.	0,75	332 000	0,230
Id.	0,50	358 000	0,24
Nitrate de zircone.	1,00	237 000	0,24
Nitrate de cérium.	1,00	173 000	combustion lente en 1 seconde environ
Nitrate de zinc.	1,00	173 000	0,250
Id.	0,50	282 000	0,270
Nitrate de cadmium légèrement basique[1].	1,00	399 000	0,300
Acide molybdique.	1,00	20 000	environ 1 seconde
Molybdate d'ammonium	1,00	86 000	id.

Le mélange magnésium (1) et nitrate de zinc (0,50) donne un éclair très brillant, mais paraît cependant inférieur aux deux compositions précédentes.

Ce sont les poudres au nitrate de baryum ou de potassium qui sont les plus rapides.

L'auteur fait cette remarque que la quantité de fumée produite est d'autant moins grande que la lumière est plus vive.

PHOTOPOUDRES A FLAMME COLORÉE

Nous avons vu la supériorité des compositions à base de magnésium, qui donnent une lumière éblouissante, très riche en radiations bleues et violettes. Avec un seul éclair durant une fraction de seconde la plaque photographique est impressionnée.

On n'obtiendrait pas les mêmes résultats avec des compositions fournissant des flammes plus ou moins colorées en vert, en jaune ou en rouge, parce que la plaque photographique ordinaire est peu sensible à ces radiations. Mais il n'en sera pas de même si l'on emploie la plaque orthochromatique, dans laquelle la sensibilité pour les radiations vertes, jaunes et rouges est particulièrement exaltée. Comme on sait d'ailleurs que cette plaque est supérieure pour la juste traduction des valeurs de l'original, il n'est pas étonnant que l'on ait cherché à utiliser les plaques orthochromatiques avec une lumière colorée.

C'est là une idée originale et qui est susceptible de donner des résultats très intéressants.

M. G.-A. Le Roy a publié à ce sujet une note très

complète[1]. Il a cherché à obtenir une poudre riche en rayons verts et jaunes et d'une rapidité aussi grande que celle des photopoudres ordinaires. Il se sert à cet effet de bioxyde de baryum mélangé au magnésium.

Voici la formule indiquée :

	gr.
Magnésium.	1,50
Bioxyde de baryum à 80 ou 85 %. . .	5,00

Ce mélange doit être conservé en vase clos, le bioxyde de baryum s'hydratant très facilement.

La combustion est très rapide, et la flamme de coloration jaune verdâtre donne d'excellents résultats avec les plaques orthochromatiques.

MM. Lumière ont travaillé également cette question, et ils préparent des cartouches éclairantes qui doivent être utilisées avec les plaques orthochromatiques. La coloration de la flamme obtenue est tellement appropriée au but à remplir, que l'emploi de l'écran jaune n'est plus nécessaire.

PHOTOPOUDRES DU COMMERCE

La photographie à la lumière artificielle a pris une telle importance et a des applications si variées, que de nombreux industriels ont mis dans le commerce des photopoudres que l'on trouve couramment partout. C'est une raison de plus pour nous de dissuader le lecteur de se livrer à la préparation de ces compositions, à moins qu'il ne soit quelque peu chimiste. On

[1] *B. S. F. P.*, 1893, p. 570.

ne compte plus les accidents qui se sont produits et dont ont été victimes des personnes qui effectuaient des recherches sur le sujet sans avoir les connaissances voulues[1].

Chaque fabricant ayant sa formule et la tenant secrète naturellement, il faudra faire, bien entendu, quelques essais préliminaires afin de choisir la poudre qui conviendra le mieux dans chaque cas particulier. Par suite, l'opérateur, ignorant toujours la composition de la préparation achetée, ne devra jamais se départir des règles de prudence que nous avons données et sur lesquelles nous ne saurions trop insister : n'avoir jamais en provision une trop grande quantité de photopoudre; le garder au sec dans un flacon bouché au liège ou encore dans une boîte en carton renfermée elle-même dans une boîte métallique; ne jamais le manipuler près d'une flamme; ne pas fumer, et enfin éviter toute chute ou tout choc.

[1] Charles Gravier, *Photo-Gazette*, 25 décembre 1900, p. 28; Léopold Lobel, *id.*, 25 octobre 1903, p. 249.

CHAPITRE VI

MODES D'INFLAMMATION DES PHOTOPOUDRES

Nous venons d'indiquer la composition d'un certain nombre de photopoudres et de voir que l'on en trouvait nombre d'autres dans le commerce.

La variété des formules et des constituants fait que, dans la pratique, ces diverses compositions sont loin d'être identiques ; elles présentent un certain nombre de différences qu'il est intéressant d'analyser et de connaître. Comme nous le verrons par la suite, ces différences se traduiront par une plus ou moins grande inflammabilité, une combustion plus ou moins rapide, un volume plus ou moins considérable de la gerbe lumineuse, une combustion plus ou moins complète du magnésium, un actinisme plus ou moins considérable, un bruit plus ou moins fort qui accompagne la production de l'éclair, le dégagement plus ou moins considérable de fumées, toujours désagréables et quelquefois délétères, toutes questions qu'il convient d'étudier à fond. C'est ce que nous allons faire dans ce chapitre et les suivants.

Il convient tout d'abord de passer en revue les divers

systèmes d'allumage que l'on peut employer pour enflammer les photopoudres.

1° Inflammation par projection dans une flamme. — Nous venons de voir que, pour brûler convenablement le magnésium pur, il fallait le projeter dans une flamme suffisamment chaude et assez large pour qu'aucune parcelle de la composition ne puisse s'échapper. D'autre part, il est indispensable que la projection ne soit ni trop forte ni trop faible ; il y a là des conditions pratiques assez délicates à remplir, au point qu'opérant d'une manière identique, on peut avoir quelquefois des résultats assez dissemblables.

Disons de suite qu'avec les photopoudres il en sera tout autrement. Ces compositions constituent par le fait de véritables explosifs, et dès qu'elles atteindront l'élévation de température voulue, la dissociation se fera brusquement et dans toute la masse. Pour enflammer un photopoudre, il n'est plus nécessaire d'avoir une flamme très chaude et surtout très large. A notre avis, l'inflammation d'un photopoudre se fera toujours plus régulièrement que celle d'une charge de magnésium.

Par contre, le photopoudre est explosif ; il ne faut donc pas l'employer dans une lampe à réservoir fermé ; l'explosion de celui-ci serait inévitable. La charge de photopoudre doit toujours brûler à l'air libre.

Un des premiers appareils qui aient été construits dans cet ordre d'idées est la lampe éclair *Météore* de M. Klary (fig. 10). Cette lampe est constituée par une sorte de pistolet qui peut projeter dans une petite flamme d'alcool une charge de photopoudre. Au point

de vue qui nous occupe actuellement, ce petit appareil est très intéressant, car, s'il fonctionne parfaitement avec une poudre éclair, il ne donne que des résultats médiocres avec le magnésium pur. C'est la confirmation de ce que nous avancions tout à l'heure, à savoir que le photopoudre s'enflamme bien plus facilement que le magnésium pur.

Par contre, on pourra employer les appareils qui

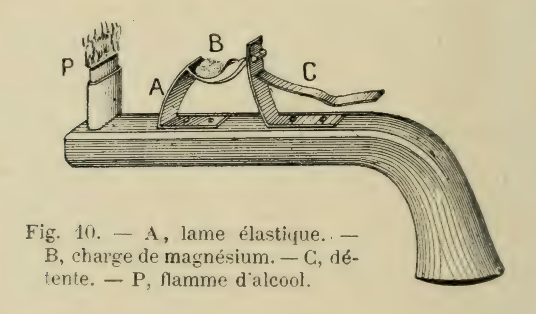


Fig. 10. — A, lame élastique. — B, charge de magnésium. — C, détente. — P, flamme d'alcool.

reçoivent la charge dans un petit entonnoir : c'est le cas des lampes de MM. Fribourg et Hesse, de M. Bourdier. Dans ces modèles, qui comportent une mèche circulaire qui entoure l'entonnoir, il sera tout indiqué de mettre d'abord la charge dans celui-ci et de n'allumer la mèche qu'après.

L'emploi de ces lampes sera très pratique dans le laboratoire ou dans l'atelier, c'est-à-dire dans une installation fixe ; il n'en sera plus de même à l'extérieur, où le moindre courant d'air pourra provoquer l'inflammation prématurée de la charge.

On recommande, du reste, d'une manière toute spéciale de ne jamais rester à proximité de la flamme

produite par l'éclair. Lorsque celui-ci jaillit, il se produit une gerbe lumineuse qui est quelquefois assez importante ; la chaleur développée est considérable ; des particules incandescentes, susceptibles d'occasionner des brûlures graves, sont projetées de tous côtés ; enfin la lumière est si vive, qu'elle peut produire chez l'opérateur des troubles très sérieux de la vue. Plusieurs de nos collègues ont été victimes d'accidents de ce genre.

La nécessité de commander l'allumage à distance s'impose donc pour ces diverses raisons. D'ailleurs, une fois la charge préparée, l'opérateur a bien d'autres choses à faire : il doit ouvrir le châssis, disposer son modèle, et enfin démasquer l'objectif. A ce moment précis, il devra pouvoir faire jaillir l'éclair, puis refermer l'objectif.

Les dispositifs commandant l'allumage de la charge seront donc nécessaires dans bien des cas, et principalement lorsqu'il s'agira de sujets animés ; pour les sujets inanimés, des dispositifs beaucoup plus simples pourront être employés. En voici un.

On dispose la charge en tas sur une petite plaque métallique, et on plante dedans une allumette bougie, que l'on allume avec une autre, puis on s'éloigne. Dès que la flamme atteint le photopoudre, l'éclair se produit. Ce procédé ne saurait réussir d'une façon certaine qu'avec les poudres très inflammables. Il faut ensuite prendre les plus grandes précautions pour ne pas enflammer la charge en allumant, auquel cas on serait sûr d'être brûlé très grièvement.

En résumé, ce procédé des plus simples et qui ne nécessite aucune installation ne pourra être employé

que pour la reproduction des intérieurs et des objets inanimés.

Pour le portrait, il paraît moins indiqué, car le modèle n'aura peut-être pas toujours la pose voulue au moment où partira l'éclair; de plus l'attente du phénomène qui va se produire ne sera pas sans influer d'une manière désavantageuse sur l'expression.

La commande de l'éclair doit être sous la dépendance immédiate de l'opérateur, et tel n'est pas le cas dans ce système.

2° Allumage par friction sur une boîte d'allumettes suédoises. — M. Weiss a proposé le dispositif suivant : un petit plateau métallique reçoit la charge de photopoudre disposée en tas en face d'une ouverture pratiquée à travers une cloison verticale destinée à servir de réflecteur. Derrière cette cloison on place dans un logement spécial une boîte d'allumettes dites suédoises; on place alors une des allumettes de la boîte dans un poussoir à ressort qui au moment voulu sera déclenché par l'opérateur. L'allumette viendra alors s'enflammer contre le frottoir de la boîte, puis, passant à travers l'ouverture de la cloison, elle pénétrera en plein milieu de la charge et en provoquera l'allumage.

Le plateau de cet appareil est monté sur un support à coulisses que l'on peut adapter facilement, au moyen d'une presse de serrage, soit au bord d'une table, soit au dossier d'une chaise (fig. 11).

M. Weiss a fait également un modèle du même genre, mais que l'on fixe au bout d'une canne tenue à la main (fig. 12). On peut élever ainsi la charge

à la hauteur voulue et l'on produit l'inflammation avec l'index passé dans un anneau fixé à l'extrémité de la

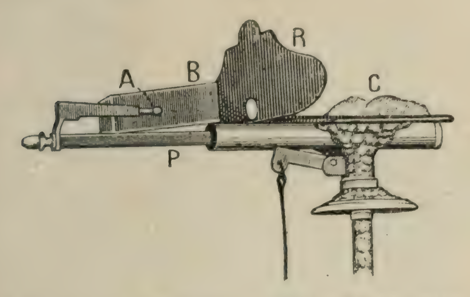


Fig. 11. — A, allumette. — B, boîte d'allumettes. — C, charge de magnésium. — P, poussoir à ressort. — R, réflecteur.

cordelette qui commande le déclenchement du poussoir. La longueur de la canne est calculée de telle façon que, la tenant à bout de bras, il n'y ait pas de danger pour l'opérateur. Nous engageons d'ailleurs toujours celui-ci à bien tendre le bras en avant pour ne pas se trouver sous l'appareil, au cas où il y aurait quelques projections de particules incandescentes. Celles-ci sont beaucoup moins à craindre en arrière, à cause de la paroi verticale qui fait obstacle à leur passage.

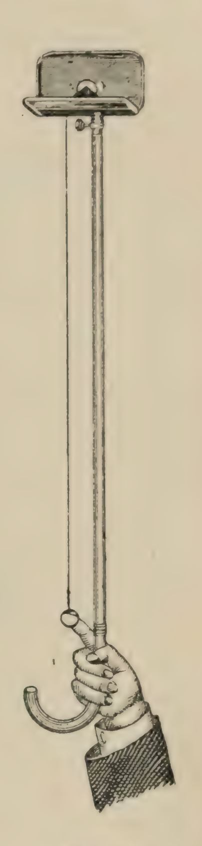


Fig. 12.

MM. Lumière construisent aussi un appareil du même genre (fig. 13); mais comme la chaleur développée par l'allumette suédoise n'est pas très grande, et que certaines poudres peuvent être peu inflam-

mables, ils ont soin de disposer la charge dans un petit nid de coton-poudre. Cette manière de faire est excellente, car le coton-poudre est très inflammable et développe, en brûlant, une chaleur considérable;

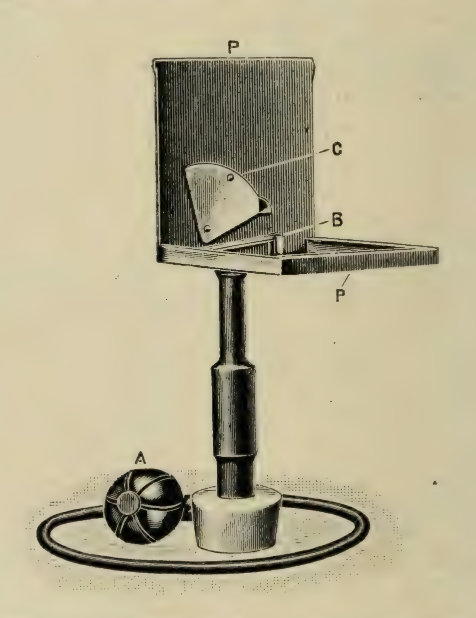


Fig. 13. — C, secteur à ressort destiné à recevoir une allumette. — B, frottoir. — P, réflecteur. — P', plateau recevant la charge. — A, poire pneumatique.

on sera donc sûr d'allumer le photopoudre. Ajoutons que la cloison de l'appareil de MM. Lumière est beaucoup plus grande que celle de l'appareil de M. Weiss, car elle fait fonction de réflecteur; à cet effet, ce dernier est nickelé. On évite ainsi la perte d'une notable quantité de lumière, et celle-ci ne viendra pas aveugler l'opérateur. Enfin, et ce détail a son importance,

l'appareil fonctionne à distance au moyen d'une poire pneumatique.

M. d'Osmond construit un appareil analogue, mais

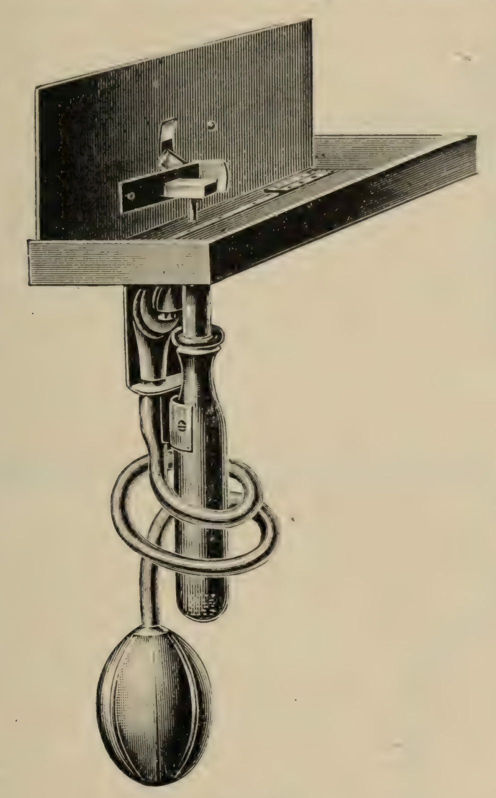


Fig. 14.

dans lequel la boîte d'allumettes est remplacée par un frottoir-amorce spécial (fig. 14).

3° Allumage par amorces. — On place une amorce sous une petite enclume qui la maintient en

place, et on dispose la charge par-dessus. Au moment voulu, un percuteur vient frapper l'enclume, fait détoner l'amorce, et l'inflammation a lieu. Dans cet ordre d'idées, nous citerons les appareils de Mairet, du commandant Fourtier, de M. d'Osmond (fig. 15), et le *pistolet photogénique* de M. Bellieni etc. Ces instruments sont destinés à être tenus à la main, au moyen d'une courte poignée. En conscience, nous ne croyons pas que l'opérateur soit à l'abri de tout danger.

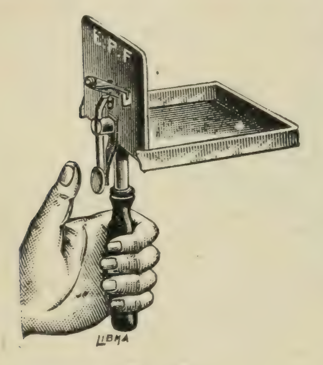


Fig. 15.

On peut faire fonctionner le percuteur, non plus au doigt comme dans les appareils précédents, mais avec une poire pneumatique; tout accident est ainsi écarté. C'est là un perfectionnement très appréciable.

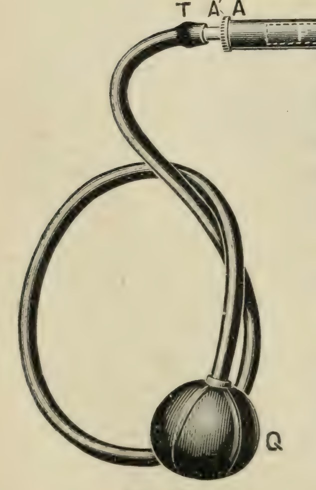


Fig. 16.

Les établissements Lumière et Jougla viennent tout récemment de proposer un percuteur à amorce qu'il convient de signaler (fig. 16). Il comporte un tube de cuivre que l'on place dans une gouttière métallique et que l'on recouvre de la charge de magnésium. A l'extrémité il porte une

enclume mobile E sur laquelle on place une amorce. En face se trouve à faible distance la pointe d'un percuteur fixe. A l'intérieur du tube se trouve un piston mobile P, qui, projeté au moment voulu par la compression de la poire pneumatique, produira l'explosion de l'amorce et, par suite, l'inflammation de la charge.

Un procédé basé aussi sur l'emploi d'une amorce, mais qui ne nécessite aucun appareil, est celui qui consiste à se servir de bandes rugueuses enrobant un peu de fulminate de mercure; ce sont ces bandes que l'on utilise couramment dans la confection des pétards à surprises (fig. 17). La charge est disposée dans un sachet qui entoure ce dispositif; deux petits anneaux sont fixés aux deux extrémités des bandes rugueuses : l'un est destiné à suspendre la charge à la hauteur voulue, le second à recevoir une cordelette qui permettra d'opérer à distance la traction nécessaire pour faire détoner le fulminate, et par suite produire l'inflammation du photopoudre.

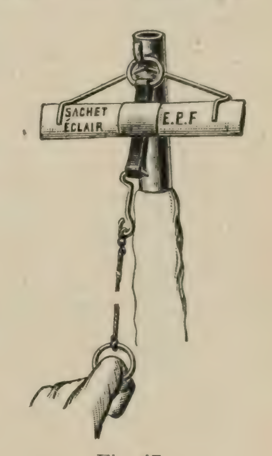


Fig. 17.
Sachet d'Osmond.

Tout récemment, on vient de proposer un petit dispositif très ingénieux qui ne comporte ni flamme, ni capsule, ni amorce. Il est basé sur le principe du briquet des fumeurs au ferro-cérium[1]. L'idée est évidemment excellente; mais on aura vraisemblablement

[1] *B. S. F. P.*, 1912, p. 343.

quelquefois des ratés, comme cela arrive à tout le monde quand on veut allumer son cigare ou sa cigarette.

4° Allumage au moyen de mèches nitrées et de papier bengale. — On sait qu'un fil de coton traité par l'acide nitrique devient extrêmement inflammable, brûle avec rapidité en développant une grande chaleur. L'emploi du coton nitré est donc tout indiqué pour allumer les photopoudres. On dispose la charge en tas sur l'extrémité d'un fil de ce genre, mais de longueur suffisante pour que l'on ait le temps de s'éloigner vivement après l'allumage.

Ce procédé des plus simples conviendra parfaitement pour la reproduction des objets inanimés. Pour le portrait, il sera moins indiqué, car il s'écoulera toujours quelques instants entre l'allumage du fil et celui du photopoudre. Pendant ce laps de temps, le modèle pourra ne pas conserver la pose voulue. On peut réduire cette période d'attente, qui n'est pas bien longue, mais qui n'est cependant pas négligeable, en mettant un fil très court et en allumant avec une allumette fixée après une baguette de longueur suffisante.

Le but du fil de fulmi-coton étant de produire une élévation de température capable d'assurer à coup sûr l'inflammation du produit, certains auteurs recommandent de disposer à l'extrémité du fil un petit nid de fulmi-coton et d'y déposer la charge. Cette manière de faire ne peut être qu'avantageuse, à cause de la chaleur considérable développée par ce petit nid de fulmi-coton.

Nous avons proposé, en 1889, d'envelopper la

charge dans une papillote de papier nitrifié dit papier bengale[1]. Cette sorte de cartouche est serrée aux deux extrémités par un fil de fulmi-coton, dont on laisse dépasser les deux extrémités d'une longueur suffisante pour qu'on puisse le suspendre d'un côté à un support quelconque et de l'autre l'allumer sans danger (fig. 18). Ce dispositif, d'une extrême simplicité, a été adopté par nombre d'amateurs, car il ne nécessite aucun matériel et permet d'opérer n'importe où. Dans la pratique, nous avons trouvé très commode de diminuer la longueur du fil inférieur et de lui adjoindre un prolongement en fil de coton ordinaire non nitrifié. Ce dernier brûlant beaucoup plus lentement, on a tout le temps de s'éloigner, d'ouvrir le chassis et de prévenir le modèle. On suit, en effet, la marche de la flamme, et dès que celle-ci arrive au fil de fulmi-coton, l'éclair a lieu presque immédiatement.



Fig. 18.

Ce dispositif nous paraît cependant plutôt destiné à être employé pour la reproduction des intérieurs et des sujets inanimés. Pour les portraits, avec les appareils à commande pneumatique ou avec allumage électrique dont nous allons parler dans un instant, il n'y a pas de retard d'inflammation et l'on peut opérer exactement au moment voulu.

[1] *La Nature*, 1889, t. I, p. 218.

On prépare également sous le nom d'*éclair sphérique* un dispositif du même genre (fig. 19). La charge de poudre est enfermée à la dose voulue dans un petit sachet de papier imperméable et combustible. L'extrémité supérieure est munie d'un fil avec un anneau qui permet de suspendre l'éclair sphérique à la hauteur voulue ; la partie inférieure est constituée par une bande de papier très combustible qui sert de mèche. On lui donne une longueur suffisante pour que l'on puisse l'allumer sans danger.

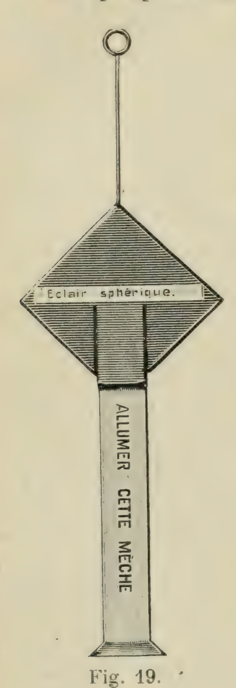


Fig. 19.

Les éclairs sphériques contiennent des charges variables (5 gr., 10 gr., 20 gr., etc.).

5° **Allumage au moyen de l'électricité**. — L'emploi de l'électricité pour l'allumage des photopoudres paraît indiqué pour plusieurs raisons : elle permet d'opérer à distance, quelle que soit celle-ci, ce n'est qu'une question de longueur de fils ; elle produit l'inflammation immédiate de la charge, ce qui permet d'opérer exactement au moment voulu ; enfin elle donne la facilité de faire partir simultanément plusieurs éclairs. Nous verrons par la suite quel très grand intérêt il y a à opérer avec plusieurs foyers lumineux au lieu d'un seul.

Nous allons examiner les divers systèmes d'allumage électrique qui ont été proposés.

A. *Emploi de l'étincelle secondaire.*

La bobine d'induction actionnée par des piles ou des accumulateurs donne une étincelle très chaude, qui a été employée par divers opérateurs pour produire l'allumage des poudres éclairantes.

On peut disposer la charge entre deux pointes reliées aux bornes du secondaire, ou encore, comme l'a proposé Pierre Petit, mettre celle-ci sur une plaque métallique reliée à l'un des pôles de la bobine ; une pointe métallique isolée du plateau et reliée à l'autre borne surplombe la charge à faible distance. Dans un procédé comme dans l'autre, aussitôt que l'on envoie le courant, l'étincelle jaillit et le mélange s'enflamme. Ceci est exact avec la plupart des photopoudres ; mais pas avec tous, car la conductibilité propre de ces préparations peut varier dans des limites assez larges. On pourra donc avoir avec les photopoudres mauvais conducteurs des retards d'inflammation ou même des insuccès.

L'emploi de la bobine sera limité aux installations fixes.

B. *Emploi du coup de poing Breguet.*

Ce dispositif est employé dans l'industrie pour provoquer à distance l'explosion de charges de poudre ou de dynamite dans les mines et les torpilles.

Il est d'un fonctionnement très sûr, et il conviendrait parfaitement pour l'allumage des photopoudres :

cependant c'est un luxe opératoire qui ne paraît devoir guère convenir dans la pratique du photographe ou de l'amateur.

C. — *Emploi des courants primaires.*

Lorsque l'on envoie le courant d'une pile ou d'un accumulateur dans un fil métallique très mince et de faible longueur, celui-ci est immédiatement volatilisé, et il se produit une très vive chaleur ; si la charge a été disposée en tas sur le dit fil, sa combustion sera immédiate.

Dans une coupelle ou une gouttière en matière isolante et non combustible, on place deux tiges métalliques très rapprochées, qui sont reliées aux deux pôles de la source d'électricité. On a soin de placer sur l'un des fils et à portée de la main un interrupteur qui coupera le courant. On pourra alors relier les deux tiges par un fil métallique très fin (platine, cuivre, fer) et disposer la charge par-dessus le fil. Au moment d'opérer il suffira de lancer le courant en fermant l'interrupteur, l'éclair jaillira immédiatement.

On peut s'éviter de remplacer le fil à chaque expérience en employant un dispositif très ingénieux qui a été imaginé par M. Bouillaud (fig. 20).

Il se compose d'une gouttière en fibre d'amiante, qui porte en son centre deux logements métalliques isolés l'un de l'autre. Ces logements sont destinés à recevoir un petit pont métallique formé de deux tiges reliées par un fil métallique très fin. Ces ponts sont fabriqués industriellement et reviennent très bon marché. Pour

éviter qu'avant l'usage le fil mince ne se trouve brisé, les deux tiges sont réunies à la partie supérieure par un épaulement de même métal ; de cette manière l'ensemble ne présente plus aucune fragilité.

Une fois le pont placé dans son logement et après avoir serré les deux vis de pression BB qui assureront le

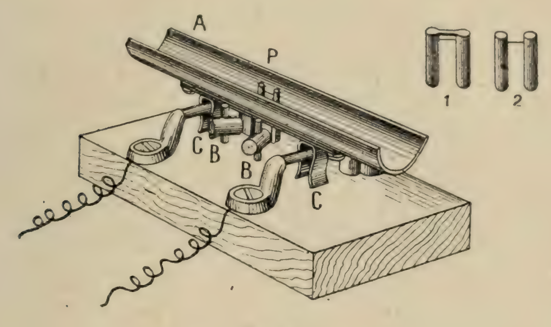


Fig. 20.

bon passage du courant, on coupe avec une pince la partie protectrice du pont ; le courant ne trouvera donc plus de passage que par le fil mince.

A la partie inférieure de la gouttière, les deux logements du pont se terminent par des pinces à ressorts. Ces pinces servent à placer la gouttière sur des supports CC reliés aux deux pôles de la source d'électricité. L'avantage de cette disposition est que la gouttière est mobile et que l'on peut la placer à tel ou tel endroit en vue d'obtenir un éclairage déterminé. C'est ce que nous verrons par la suite, quand nous décrirons l'atelier à la lumière artificielle de M. Bouillaud. Un courant de 6 à 8 volts est suffisant pour volatiliser instantanément le fil.

Dans la pratique, le photographe qui emploie cette manière de faire possède un certain nombre de gouttières, et il les garnit toutes d'un petit pont dont il coupe la partie protectrice. Dès qu'un client se présente, il n'a qu'à placer la ou les gouttières sur les supports voulus et à mettre dans chacune d'elles la charge nécessaire.

En terminant cette étude, insistons sur la nécessité d'employer dans cette méthode un fil métallique très mince qui sera immédiatement volatilisé. Certaines personnes ont cru pouvoir employer les petits allumeurs que l'on trouve dans le commerce et qui servent à allumer les becs de gaz. Dans ces appareils, une mince spirale de métal, généralement de platine, est portée à l'incandescence par le courant et suffit pour produire l'inflammation.

Il est évident qu'un allumeur de ce genre pourra parfaitement enflammer un photopoudre, mais avec un retard plus ou moins considérable par suite du temps qui est nécessaire pour que la spire métallique soit portée au rouge. Le fil de ces allumeurs, qui doit toujours servir, est en effet d'un diamètre plus important, car il doit rougir et ne pas fondre. Ajoutons que les produits de combustion adhèrent au fil et l'encrassent; il faut donc le nettoyer fréquemment ou le changer de temps en temps. Sans hésitation aucune, le premier système est bien supérieur à ce dernier, surtout au point de vue de la rapidité et de la sûreté d'inflammation.

Nous devons constater cependant qu'il existe des appareils de ce genre fonctionnant parfaitement et dans lesquels le courant, plus énergique que celui employé

dans les allumeurs à gaz, produit presque instantanément le rougissement du fil nécessaire pour l'inflammation de la poudre.

Dans cet ordre d'idées, nous citerons l'inflammateur électrique de MM. Lumière, qui utilise le courant

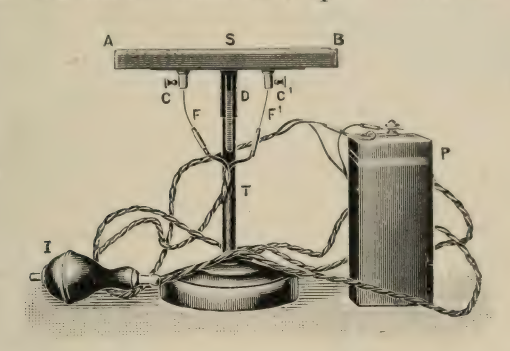


Fig. 21. — AB, gouttière. — CC', attaches des conducteurs. — FF', fils conducteurs. — I, poire électrique. — P, pile sèche. — S, charge de magnésium.

d'une pile sèche (fig. 21). Le courant est envoyé au moment voulu dans un fil de cuivre fin de 1/10 de millimètre disposé sur la gouttière et recouvert par la charge. Celui-ci rougit aussitôt et l'éclair se produit.

D. *Emploi du courant du secteur.*

Maintenant que l'éclairage électrique est répandu un peu partout, il sera tout indiqué d'utiliser le courant du secteur qui est à un voltage très élevé et qui pourra provoquer l'allumage d'une ou plusieurs charges de photopoudre avec toutes les conditions requises, savoir : instantanéité et sûreté d'allumage.

Dans cet ordre d'idées, MM. Lumière ont combiné un appareil très pratique pour utiliser le courant du secteur et qui s'adapte sur la douille d'une lampe à incandescence quelconque (fig. 22). Il se compose d'une planchette A B qui se fixe à hauteur variable sur un support-tige V. L'inflammation se produit par la volatilisation de deux minces fils de cuivre qui sont reliés au circuit, mais écartés l'un de l'autre, de façon que l'on puisse étaler la poudre entre eux deux. De cette manière, l'inflammation se fera par les deux parties extrêmes de la charge, quelque forte que soit celle-ci, ce qui est particulièrement intéressant dans la photographie autochrome. Un dispositif de sûreté constitué par une douille supplémentaire HH permet d'éviter tout accident lors de l'étalement de la charge. Le courant électrique est envoyé au moment voulu au moyen d'une poire de contact P. Ce dispositif est parfaitement compris et fonctionne d'une façon irréprochable.

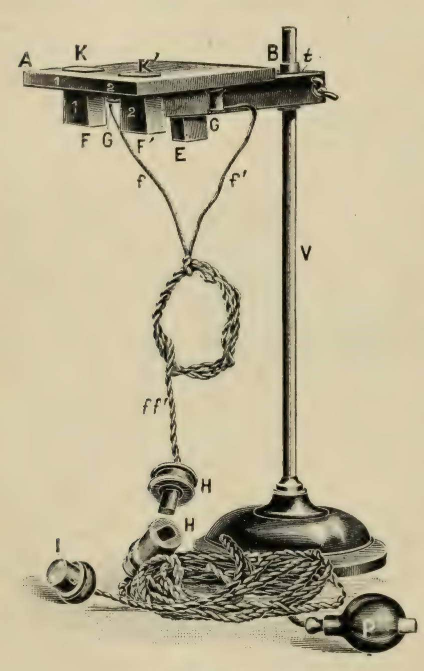


Fig. 22.

D'autres opérateurs préfèrent employer plusieurs

charges au lieu d'une seule, et c'est encore le courant du secteur qu'ils adoptent pour provoquer l'inflammation simultanée de celles-ci.

A ce sujet, nous ne pouvons mieux faire que de décrire l'installation qui a été faite pour l'exécution des portraits sur plaques autochromes par M. Cousin dans un des ateliers de la *Société française de photographie*, et qui possède un dispositif de contrôle très intéressant.

M. Cousin emploie pour recevoir la charge des plateaux en fibre d'amiante qui sont traversés par deux chevilles métalliques ; la partie inférieure de ces chevilles s'engage dans deux logements reliés au circuit ; on réunit les deux chevilles à la partie supérieure par un fil mince pris dans deux bornes de serrage. Comme principe, d'ailleurs, ce système dérive absolument de la gouttière Bouillaud, dont ce n'est qu'une variante.

On prépare d'avance un certain nombre de ces plateaux en les garnissant de leur fil, et il n'y aura plus qu'à les mettre en place et à les garnir de photopoudre.

M. Cousin, pour la photographie autochrome, emploie généralement deux plateaux, c'est-à-dire qu'il fait partir deux éclairs simultanément. Cette condition ne pourra être remplie que si les contacts entre les fils minces et les chevilles, d'une part, et ceux des chevilles avec leurs logements, de l'autre, sont irréprochables. Il convient donc de s'assurer de l'état de la ligne avant de mettre les charges. Pour ce faire, l'auteur envoie dans celle-ci une dérivation du courant principal, qui n'a pas une intensité suffisante pour faire fondre les fils minces, mais seulement pour allumer une

lampe rouge de faible voltage. Si donc cette lampe s'allume, c'est que le circuit est bon.

Cette épreuve faite, on retire la fiche de contact, la lampe s'éteint et aucun courant ne passe plus. On peut alors disposer sans danger les charges sur les plateaux. A ce moment, si, au moyen d'une poire de contact, on envoie le courant du secteur, les fils sont volatilisés et les deux éclairs partent simultanément.

Ce dispositif de contrôle est très bien compris et fonctionne de la façon la plus satisfaisante.

On recommande d'ailleurs, dans tous les systèmes d'inflammation de photopoudre par fusion d'un fil mince, de ne jamais mettre en place le plateau ou la gouttière chargée. En effet, si, par distraction ou imprudence, on avait laissé le courant ouvert, la charge partirait dans les mains de l'opérateur, qui serait certainement blessé sérieusement; au contraire, en plaçant le plateau non chargé, il ne pourra arriver dans le même cas que la fusion du fil, ce qui ne saurait avoir les mêmes inconvénients.

De l'influence du mode d'allumage sur la durée de combustion des photopoudres.

En terminant la description des divers modes d'allumage des photopoudres, il convient de se demander si ces divers procédés sont équivalents dans la pratique ou s'il ne se produit pas quelque différence dans la durée de combustion.

Nous avons fait cette étude avec un appareil spécial que nous avons créé pour analyser la durée de com-

bustion des divers photopoudres et que nous décrirons plus loin (chapitre VII).

Nous prenons un même poids d'une poudre donnée (1 gr. dans l'espèce), et nous enflammons avec les divers modes d'allumage préconisés.

Voici les résultats obtenus :

MODE D'ALLUMAGE	DURÉE DE COMBUSTION
Allumage électrique (gouttière Bouillaud).	0″,140
Pistolet Bellieni (amorce au fulminate) . .	0″,144
Appareil Weiss (allumette suédoise) . . .	0″,180
Cartouche bengale (procédé A. Londe). . .	0″,280

La rapidité de combustion d'un photopoudre est donc modifiée d'une manière indiscutable par le mode d'allumage, et ceci d'une manière qui n'est pas négligeable.

La supériorité de l'allumage électrique s'affirme d'une façon très nette, et avec la cartouche de papier bengale la durée de combustion se trouve exactement doublée. Toutefois, dans ce dernier cas, disons que la disposition de la charge qui forme comme une sorte de boudin allongé entraîne aussi de son côté une augmentation sensible de la durée de combustion ; nous donnerons par la suite la preuve de ce que nous avançons.

Précautions à prendre pour l'allumage des photopoudres.

Nous avons déjà dit qu'il fallait toujours se tenir à distance de l'éclair magnésique, dont l'éclat peut être dangereux pour les yeux, et dont les projections incandescentes sont susceptibles d'occasionner de graves brûlures.

Il faudra prendre également des précautions au point de vue de l'incendie. On ne doit jamais faire partir un éclair dans le voisinage immédiat de tentures ou de rideaux susceptibles de s'enflammer facilement. On devra se méfier tout particulièrement de certains produits qui donnent des projections fusantes, lesquelles peuvent tomber jusqu'à terre et mettre le feu au tapis ou au parquet ; il est prudent de mettre en dessous du foyer lumineux un grand plat ou mieux une large plaque métallique.

CHAPITRE VII

MESURE DE LA DURÉE DE L'ÉCLAIR MAGNÉSIQUE

Toutes les compositions comprises sous le nom de photopoudres produisent une vive lumière qui paraît de si courte durée, qu'on l'a comparée à celle de l'éclair, d'où la désignation d'éclair magnésique employée couramment.

De même que l'on a étudié la durée de l'éclair naturel et que l'on a trouvé qu'il n'était pas toujours aussi rapide que l'on croyait, de même il était intéressant de rechercher si l'éclair magnésique est aussi rapide qu'on le supposait, puis de comparer les résultats obtenus avec les diverses préparations. Le raisonnement indique en effet qu'il doit exister entre elles quelques différences non négligeables.

On avait du reste, dès le début, reconnu qu'avec les poudres éclairantes, il fallait demander au modèle l'immobilité complète : s'il venait à bouger au moment de l'éclair, son image était floue.

M. Boyer, l'habile spécialiste des photographies au théâtre à la lumière artificielle, n'a jamais pu saisir les acteurs pendant leur jeu ; il est obligé de les prévenir

et de leur faire garder pendant un instant l'attitude voulue. En fait, les acteurs sont obligés de poser.

Cette première constatation pratique de la durée appréciable de l'éclair magnésique rendait encore plus nécessaire l'analyse de ce phénomène. Il est sans conteste d'un intérêt primordial de déterminer aussi exactement que possible la durée de combustion d'une poudre éclair. Suivant les cas, on choisira une composition plus ou moins rapide, jusqu'au jour où l'on aura trouvé une formule d'éclair vraiment instantané, ce qui n'existe pas à l'heure actuelle, nous devons le dire.

Méthodes employées pour mesurer la durée de combustion de l'éclair magnésique.

1° *Méthode du docteur Eder.* — Notre savant collègue, en 1891, s'occupe de résoudre cette question importante. M. Eder propose d'employer une grande roue pleine et peinte en noir mat; deux demi-sphères brillantes sont placées l'une au centre de la roue, l'autre à la périphérie. Au moyen d'une manivelle on imprime à cette roue une vitesse de rotation de un tour par seconde, et on la photographie, dans l'obscurité bien entendu, au moyen de l'éclair magnésique. On obtient sur le cliché un point fixe, celui du centre, puis un arc de cercle plus ou moins allongé, donné par la sphère brillante de la périphérie. L'amplitude de cet arc permet de calculer la durée de combustion du moment que l'on connaît la vitesse de rotation de la roue.

L'auteur a trouvé par ce procédé que pour un poids

de photopoudre variant de $^1/_4$ à $^1/_2$ gramme, la durée de combustion est comprise entre $0'',13$ et $0'',25$.

On peut reprocher à cette méthode assez simple de manquer un peu de précision, quand il s'agit d'analyser un phénomène qui, sans être instantané, est néanmoins d'une assez courte durée. La vitesse de la roue n'est qu'approximative, et elle est loin d'avoir toute la régularité désirable ; enfin, la flamme produite passant par des variations d'éclat considérables depuis le commencement jusqu'à la fin, les extrémités de la trace de la sphère périphérique seront toujours délicates à déterminer, d'où nouvelles sources d'erreurs possibles dans le calcul de la durée de combustion.

2° *Méthode du colonel Houdaille.* — M. Houdaille emploie, pour mesurer la durée de combustion, un pendule battant la demi-seconde devant une planchette verticale portant une graduation divisée par calcul en centièmes de secondes; la lentille du pendule se termine par deux perles brillantes de grosseur inégale. Chaque division est marquée par un trait blanc, de telle sorte que, lorsque l'on photographie le pendule en mouvement au moyen de l'éclair, on obtient d'une part l'image de la graduation, puis de l'autre deux traces parallèles laissées par les perles brillantes. Il suffira alors de compter le nombre de divisions comprises entre les extrémités des deux traces.

L'auteur installe cet appareil dans un laboratoire largement éclairé à la lumière rouge, de façon à pouvoir suivre la marche du pendule et à ne faire partir l'éclair qu'au moment où il a son régime normal et lorsqu'il passe près de la verticale. C'est en effet à ce

point que les divisions de la graduation sont les plus espacées, tandis qu'aux deux extrémités elles se rapprochent de plus en plus à cause du ralentissement de la marche du pendule ; les lectures sont alors moins faciles et les erreurs possibles plus importantes.

Cet appareil, dans des mains habiles, donnera des résultats beaucoup plus précis que ceux obtenus avec celui du docteur Eder ; toutefois il y aura encore les mêmes incertitudes pour déterminer l'origine et la fin des traces inscrites sur la plaque.

De l'examen des traces données par les appareils ci-dessus décrits, il ressort que le phénomène de l'éclair présente, au point de vue de la luminosité, une marche croissante et décroissante, question importante que nous traiterons plus loin et qu'il convient de distinguer entre la durée totale de combustion d'une poudre et sa durée vraiment utile au point de vue de l'action sur la plaque photographique.

Voici les résultats obtenus par le commandant Fourtier avec l'appareil Houdaille.

La durée d'action totale, pour six poudres différentes essayées, a varié de 0″,025 à 0″,115 ; la durée d'action utile a varié de 0″,012 à 0″,050.

Le rapport de la durée de l'action utile à l'action totale est d'environ $^1/_2$.

3° *Méthode A. Londe.* — Dans l'étude complète que nous avons faite, en 1905, de l'éclair magnésique, nous nous sommes servi, tout d'abord grâce à l'amabilité de M. Houdaille, de son ingénieux appareil que nous venons de décrire.

Voulant essayer tous les photopoudres connus à

l'époque, nous nous sommes heurté à des difficultés particulières provenant de la nécessité de ne faire partir l'éclair qu'au moment où la position du pendule rend les lectures plus faciles et moins sujettes à erreur. C'est là une opération très délicate, qui nous a occasionné de nombreux insuccès, car, comme nous le verrons par la suite, certaines préparations présentent des retards d'allumage assez importants; d'autres sont plus ou moins combustibles. On n'est donc jamais maître, d'une façon absolue, de faire partir l'éclair de manière à concorder avec la meilleure position du pendule.

Ces faits, que nous avons constatés au cours de nos expériences, nous ont conduit à imaginer une méthode nouvelle, dans laquelle la mesure du temps sera donnée par un instrument de haute précision, la longueur de la trace étant suffisante pour donner une lecture facile et éviter les erreurs qui pouvaient se produire dans les méthodes précédentes pour la détermination de l'origine et de la fin de celle-ci.

Le principe de cet appareil consiste à recevoir, sur une plaque photographique animée d'un mouvement rotatif, la lumière de l'éclair passant à travers la petite ouverture d'un écran entraîné par un diapason donnant un nombre de vibrations connu à la seconde. Voici la description de cet appareil (fig. 23). Une caisse en bois porte à la partie antérieure une ouverture rectiligne de quelques millimètres, découpée dans une plaque de métal. Devant cette ouverture se trouve un petit disque métallique percé d'une étroite ouverture et monté sur l'une des branches d'un diapason donnant 1 000 vibrations simples à la seconde.

Ce diapason est mû électriquement.

A l'intérieur de la boîte se trouve un petit moteur électrique qui peut entraîner d'un mouvement rapide de rotation une plaque sensible du format 13/13. A cet

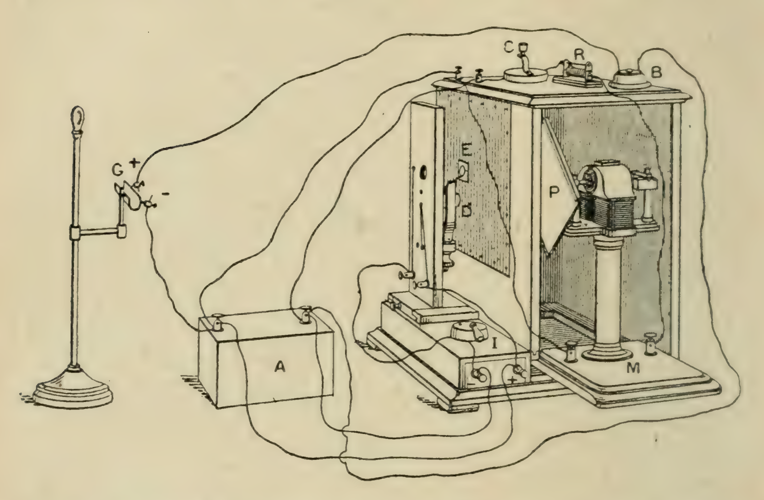


Fig. 23. — A, batterie d'accumulateurs. — D, diapason électrique. — E. disque percé d'une étroite ouverture. — I, interrupteur de courant actionnant le diapason. — P, plaque sensible, — M, dynamo entraînant la plaque. — R, rhéostat. — C, interrupteur de la dynamo. — G, gouttière contenant le photopoudre. — B, bouton d'inflammation de la charge.

effet, un cadre à ressorts est monté sur l'axe du moteur afin de recevoir celle-ci.

Une batterie d'accumulateurs actionne le diapason et le moteur; elle servira également pour l'inflammation du photopoudre.

On peut régler la vitesse de rotation de la plaque au moyen d'un rhéostat intercalé dans le circuit, et ceci d'après la durée de combustion de la poudre essayée; on l'augmente si la poudre est rapide, on la diminue si elle est très lente. Quelques expériences

auront vite fixé à ce sujet. En principe, il faut que la trace qui sera obtenue et qui affecte la forme d'une sinusoïde soit la plus longue possible, sans cependant qu'elle dépasse le cercle complet, auquel cas les images se superposeraient, ce qui serait désastreux pour la lecture.

La plaque est d'ailleurs disposée de telle façon que la trace s'inscrive le plus près possible du bord de celle-ci ; avec le format adopté, elle pourra avoir environ 30 centimètres de longueur, ce qui est plus que suffisant dans la généralité des cas. Si cependant on avait à enregistrer une poudre particulièrement lente, il suffira de réduire la vitesse de la plaque. Dans cette méthode, en effet, la vitesse du moteur n'a nullement besoin d'être connue, la notation de la vitesse étant donnée par le nombre de vibrations inscrites.

Voici maintenant le mode d'emploi de cet appareil : nous plaçons le photopoudre à essayer dans une gouttière Bouillaud, placée à une distance donnée. Cette gouttière est intercalée dans le circuit des accumulateurs ; mais on a soin d'interposer sur l'un des conducteurs un bouton interrupteur qui coupe le courant. De cette manière, on peut placer la charge sans crainte d'accident. On introduit alors la plaque sensible dans son logement et on remet le moteur à sa place, ce qui se fait automatiquement au moyen de glissières appropriées.

On ferme alors l'arrière de l'appareil pour qu'il n'y ait pas de rentrée de lumière sur la plaque. On met ensuite le diapason en marche, puis le moteur, et on procède à l'inflammation. Le rayon de lumière, pénétrant par la petite ouverture portée par le diapason,

passe par l'ouverture rectiligne de la plaque avant et va impressionner la plaque sensible. Si le diapason ne vibrait pas, on aurait une trace circulaire analogue à celle des appareils Eder et Houdaille; mais comme la petite ouverture se déplace avec la même vitesse que le diapason, la trace affectera la forme d'une sinusoïde dont chaque vibration simple correspondra à 1/1000e de seconde (fig. 24). Il suffira de compter le nombre

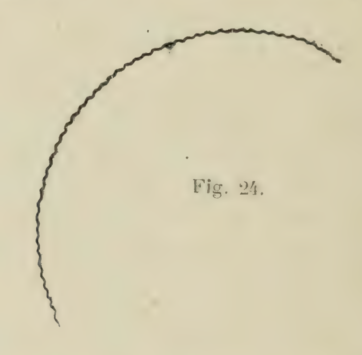


Fig. 24.

de vibrations inscrites pour savoir la durée de combustion de la poudre essayée.

Nous allons donner maintenant le résultat de nos expériences.

Chaque photopoudre a donné lieu à trois essais successifs. La charge était de 1 gramme, l'allumage électrique avec la gouttière de Bouillaud. Distance de la charge, 1 mètre.

Onze photopoudres ont été essayés dans ces conditions. La durée de combustion trouvée a varié de 1/5 à 1/30 de seconde.

Ces chiffres correspondent à la durée d'action totale de chaque composition. Nous tâcherons par la suite

de déterminer par une méthode originale la durée d'action utile. Pour le moment, et en admettant le rapport de 1/2 indiqué par M. Fourtier, les chiffres ci-dessus devraient être diminués de moitié. Or nous sommes encore bien loin des chiffres indiqués par certains fabricants, qui ont annoncé des vitesses de combustion de 1/80, 1/100 et même 1/125 de seconde.

Les résultats de ces expériences corroborent d'une façon absolue les observations qui ont été rapportées sur la nécessité de faire poser le modèle et l'impossibilité d'avoir une image nette, si celui-ci est en mouvement. Comme conclusion, en l'état actuel de nos connaissances, la durée de l'éclair magnésique est plus longue qu'on se l'imaginait, elle est même fort appréciable. La conception de l'instantanéité réalisée par la brièveté même de l'éclair ne repose sur aucune base solide. Tout n'est cependant pas dit dans cette voie, et nous avons tout lieu de croire que l'on arrivera à établir des poudres éclairantes brûlant en un temps suffisamment court pour que l'on puisse saisir le modèle en mouvement; ce jour-là seulement on aura obtenu l'instantanéité par l'éclair magnésique. La parole est aux chercheurs, la vitesse de combustion d'un photopoudre étant fonction de sa composition chimique et des proportions relatives de ses constituants.

A. *Influence de la proportion des constituants d'un photopoudre sur la durée de combustion.*

Nous avons fait à ce sujet des expériences qui ne laissent aucun doute et qu'il convient de rapporter.

Voici les résultats obtenus :

INDICATION DU MÉLANGE		DURÉE DE COMBUSTION
1° Magnésium.	250	dépasse : 0″,120
Comburant.	100	
2° Magnésium.	225	— 0″,110
Comburant.	100	
3° Magnésium.	175	— 0″,100
Comburant.	100	
4° Magnésium.	150	— 0″,070
Comburant.	100	

Ces expériences montrent bien l'influence de la proportion des constituants en ce qui concerne la durée de combustion.

D'autres causes peuvent encore, en dehors de la composition même de la poudre, modifier la durée de combustion ; nous avons déjà indiqué précédemment l'influence du mode d'allumage (Voir p. 70).

Il en est encore d'autres qu'il convient d'examiner.

B. *Influence du poids de la charge.*

On peut se demander *à priori* si la quantité plus ou moins grande de poudre employée a une influence sur la durée de combustion. L'expérience montre que pour une même poudre, plus la charge est forte, plus la durée de combustion augmente.

Les essais suivants ne laissent aucun doute à ce sujet :

POIDS DE LA CHARGE	DURÉE DE COMBUSTION
1 gramme	0″,030
2 grammes	0″,050
3 grammes	0″,070

La pratique pourra tirer d'utiles indications de l'expérience ci-dessus. En effet, au lieu d'employer une charge unique d'un poids donné, il sera préférable de la diviser en plusieurs plus faibles. La rapidité de combustion sera plus grande, et, comme nous le verrons plus loin, le rendement, au point de vue de l'actinisme, sera également meilleur.

C. *Influence de la disposition de la charge.*

Généralement on dispose la charge en un petit tas ; d'autres personnes, au contraire, préconisent de l'étaler sur une certaine longueur, de manière à obtenir un foyer plus large et à diminuer les ombres portées, qui sont d'autant plus accentuées que le foyer lumineux est plus concentré.

Il était intéressant de voir si cette modification de la disposition de la charge pouvait avoir une influence quelconque sur la durée de combustion. Nous avons

comparé à cet effet l'allumage électrique avec l'allumage par la cartouche de papier bengale : dans le premier, la charge est disposée en tas, tandis que, dans le second, elle forme une sorte de boudin allongé.

POIDS (1 gramme)	DURÉE DE COMBUSTION
Charge disposée en tas (allumage électrique)	0″,200
Charge étalée (cartouche papier bengale)	0″,400

Le temps de pose est exactement doublé; mais comme le mode d'allumage n'était pas le même, il convenait de faire une nouvelle expérience, qui a consisté à mettre le même poids de poudre en tas sur le papier bengale et à mettre le feu au moyen d'un fil de fulmi-coton. Dans ces conditions, nous avons retrouvé la vitesse normale de la poudre en question, soit 0″200.

L'influence de la disposition de la charge, dans la pratique, n'est donc nullement négligeable, et plus la poudre sera étalée, plus la durée de combustion augmentera.

D. *Influence de l'altération des photopoudres.*

Les compositions éclairantes sont d'une conservation assez délicate, et certaines d'entre elles sont susceptibles de s'altérer facilement sous l'influence de l'air atmosphérique et de l'humidité.

Le magnésium, surtout s'il est en molécules trop fines, s'oxyde et prend une teinte grise et plombée ; si la poudre n'est pas conservée dans un local sec, il se produit des boulettes agglomérées ou toute la poudre est prise en masse. A ces deux signes on reconnaît sans hésitation aucune qu'une préparation est restée exposée à l'humidité. Ces altérations, plus fréquentes qu'on ne le pense, peuvent se produire soit chez le fabricant, soit chez l'opérateur. Il était vraisemblable de penser que ces altérations se traduiraient par des modifications profondes en ce qui concerne la durée de combustion, sans compter le retard d'inflammation et la diminution considérable du pouvoir éclairant.

L'expérience suivante est absolument concluante :

POIDS (1 gramme)	DURÉE DE COMBUSTION	RETARD D'ALLUMAGE
Photopoudre frais.	0″,030	Néant
Photopoudre altéré.	0″,150	0″,060

Dans la pratique, on devra donc toujours se servir de photopoudres de fabrication récente.

E. *Influence de la sensibilité propre des plaques photographiques.*

Le lecteur va se demander de suite comment le choix de la plaque peut avoir une influence sur la durée de combustion d'une poudre éclairante. Expliquons-nous. Une poudre quelconque, sous un poids fixe, avec un

allumage donné, a une durée de combustion déterminée qui ne varie pas si elle est bien homogène. Mais si nous voulons alors enregistrer cette durée de combustion sur une plaque photographique, la sensibilité propre de celle-ci va intervenir d'une façon très appréciable.

L'éclair magnésique est un phénomène d'intensité variable qui part de o pour atteindre un maximum et revenir à o. Plus la sensibilité d'une plaque sera grande, plus tôt la réduction de la couche aura lieu, et réciproquement plus une plaque sera lente, plus tard se fera la réduction.

Cette conclusion, à laquelle on arrive par le raisonnement, est pleinement justifiée par l'expérience. En voici la preuve manifeste :

NATURE DE LA PLAQUE	DURÉE DE COMBUSTION
Plaque X (étiquette violette)	0″,120
Id. » (étiquette bleue).	0″,100
Id. » (étiquette jaune).	0″,090
Id. » (étiquette rouge).	0″,050

Cette expérience a surtout un intérêt théorique, et nous estimons que, dans la pratique de la photographie à la lumière artificielle, il faut donner sans hésitation la préférence aux plaques ultra-rapides. C'est du reste sur celles-ci que nous avons toujours opéré dans tous les travaux relatés dans cet ouvrage.

Importance pratique de la détermination de la durée de combustion des photopoudres.

Effets physiologiques de l'éclair magnésique. — La détermination exacte de la durée de combustion des poudres éclairantes n'a pas seulement qu'un intérêt théorique, loin de là. Actuellement, avec les préparations relativement lentes que nous possédons, cette étude est tout aussi importante pour l'exécution des portraits à la lumière artificielle.

L'éclair magnésique produit une lumière éclatante, soudaine, qui vient éblouir notre œil et réagit sur notre système nerveux en produisant divers phénomènes d'ordre purement physiologique.

Chez l'homme sain et bien portant, l'occlusion des yeux vivement frappés par la lumière est chose fatale; chez certaines personnes nerveuses, les traits se contractent et la physionomie revêt tous les caractères de la peur et de l'épouvante; enfin, chez certains malades, les hystériques notamment, l'éclair magnésique peut produire la catalepsie. Nous reviendrons sur ce sujet dans un instant.

Ne parlant pour le moment que des sujets ne représentant aucune tare physiologique, nous nous trouvons en présence d'un réflexe qui se produit infailliblement chez tout le monde, c'est l'occlusion des yeux sous l'influence d'une lumière vive et soudaine. La durée de cette réaction nerveuse est sensiblement la même chez tous les sujets, et elle est environ de 1/10 de seconde.

Que va-t-il se produire si nous employons une poudre éclairante relativement lente? C'est que la réaction nerveuse chez notre modèle aura eu le temps de commencer et même de s'achever, et celui-ci sera reproduit les yeux mi-clos ou complètement fermés.

Si le sujet est quelque peu émotif, il se sera déplacé sous l'influence de la peur, et la netteté du cliché laissera à désirer.

Il est donc de première nécessité de connaître la durée de combustion d'une poudre, quand on veut faire du portrait, afin d'éliminer celles dont la rapidité n'est pas suffisante.

Nous avons tenu à étudier par la chronophotographie ce phénomène si intéressant de l'occlusion des yeux sous l'influence de l'éclair magnésique. Nous nous sommes servi de notre appareil à douze objectifs, qui sera décrit ultérieurement et qui était réglé pour obtenir une série de douze images à 1/100 de seconde d'intervalle, l'éclair étant allumé automatiquement au moment de la prise de la première vue (fig. 25).

Voici les résultats obtenus :

DÉSIGNATION DU PHOTOPOUDRE	COMMENCEMENT DE L'OCCLUSION	FIN DE L'OCCLUSION
Poudre X, essai n° 1. . . .	0'',08	0'',12
— — n° 2. . . .	0'',09	0'',12
— — n° 3. . . .	0'',08	0'',12
— — n° 4. . . .	0'',09	0'',11
— — n° 5. . . .	0'',09	0'',11
— Y. — —	0'',08	0'',10
— Z. — —	0'',08	0'',11



Fig. 25. — Chronophotographie de l'occlusion des yeux.

Ce tableau montre qu'au bout de 1/8 à 1/9 de seconde, l'occlusion des yeux commence, les paupières

s'abaissent, et après un temps très court, 2/100 à 4/100 de seconde, l'occlusion des yeux est complète.

Comme conclusion, toutes les poudres qui mettront plus de 8/100 de seconde à brûler ne conviendront pas pour le portrait à la lumière artificielle, car les yeux du modèle seront fermés avant la fin de l'exposition.

Dans une autre série d'expériences, nous avons constaté qu'avec des poudres brûlant en moins de 1/8 de seconde, la netteté des yeux était parfaite. Si la durée de combustion atteint 12/100 de seconde, les yeux seront photographiés précisément pendant la période



Fig. 26. — Aspect des yeux avec des poudres de rapidités différentes.
Rapide. Lente. Très lente.

d'occlusion, et les images successives de la paupière s'abaissant donneront une image composite que nous avons dénommée *yeux brouillés*. Enfin, si la durée de combustion est supérieure à 12/100, les yeux apparaissent fermés, cette dernière image étant prédominante (fig. 26).

L'emploi des photopoudres rapides est donc indispensable pour le portrait, et nombre de personnes qui avaient renoncé à la photographie à la lumière artificielle, parce que leur modèle était toujours reproduit les yeux fermés, sauront que ce résultat, assurément malheureux, n'est dû qu'à l'emploi de poudres trop lentes.

Chez les hystériques, l'apparition d'une lumière vive et soudaine suffit pour produire le phénomène de la catalepsie[1]. Si l'on emploie une poudre rapide, le sujet sera photographié avant d'avoir pu réagir, il sera reproduit dans son état normal ; si au contraire on se sert d'une poudre lente, la photographie sera prise précisément pendant le passage de l'état de veille à celui de catalepsie, et certaines parties du corps ne seront pas nettes. En effet, on retrouve la malade dans une attitude toute différente, qui est généralement celle de la peur ou de l'épouvante. Elle reste d'ailleurs comme pétrifiée dans cette nouvelle attitude jusqu'à ce qu'on la réveille. En somme, le sujet a été saisi pendant la période de transition, où certains mouvements s'effectuaient sous l'influence d'un réflexe intense produit par l'apparition soudaine de l'éclair. C'est ce qui explique le manque de netteté constaté.

Le commandant Fourtier a reproduit deux de nos épreuves concernant les expériences ci-dessus relatées dans son très intéressant ouvrage déjà cité[2]; mais il a oublié de donner celle représentant le sujet à l'état de veille avec la poudre rapide. De plus, il a commis une

[1] *B. S. F. P.*, 1892, p. 112.
[2] C. Fourtier, pl. IV, p. 90.

erreur dans la légende de la seconde planche publiée : celle-ci représente le sujet en état de catalepsie, c'est-à-dire après l'expérience, et non pas avant.

Une conclusion que l'on tirera de cette expérience, c'est qu'il faut s'abstenir de photographier à la lumière artificielle les personnes un peu trop nerveuses. L'opérateur qui verrait son modèle tomber en catalepsie se trouverait certainement dans une position quelque peu embarrassante.

Nous verrons par la suite, quand nous parlerons de l'exécution du portrait à la lumière artificielle, que



Fig. 27.

Œil photographié à l'éclair magnésique après séjour dans l'obscurité. La pupille est dilatée.

Œil photographié à la lumière ordinaire. La pupille n'est pas dilatée.

l'on opère toujours dans un local suffisamment éclairé pour que l'on puisse effectuer la mise au point et suivre la pose du modèle. Cette manière de faire a aussi une autre raison d'être. En laissant le sujet dans l'obscurité absolue, ses pupilles se dilateront, autre phénomène normal. Si alors on saisit l'œil dans cet

état, le résultat laissera certainement à désirer, comme on peut le voir sur la figure 27. Ces deux épreuves sont empruntées à un très intéressant article du professeur Boys[1].

Pour éviter cet inconvénient, il faut donc travailler dans une pièce suffisamment éclairée. Par contre, on se gardera d'essayer un procédé plutôt bizarre qui a été publié et qui consisterait à employer une poudre éclair dite progressive[2]. L'auteur, pour habituer l'œil, propose de brûler dans une même cartouche trois compositions de plus en plus éclairantes. Inutile d'insister davantage.

[1] *Revue générale des sciences*, 15 octobre 1892.
[2] *Der Photograph*, 20 décembre 1907.

CHAPITRE VIII

ANALYSE DE L'ÉCLAIR MAGNÉSIQUE

L'éclair magnésique est d'une telle intensité, qu'il n'est pas prudent de le regarder directement ; on est du reste absolument ébloui, et si l'on a la sensation d'une vive lumière, l'œil est incapable de rien distinguer qui puisse renseigner sur ce qui se passe pendant la durée du phénomène.

Nous avons alors pensé à photographier directement l'éclair en opérant dans l'obscurité, bien entendu, et avec des plaques anti-halo (fig. 28). Les images obtenues nous ont donné des renseignements importants sur le volume et la forme de la gerbe lumineuse, qui varie suivant la composition de la poudre et le poids de la charge.

Le commandant Fourtier avait fait de son côté des expériences du même genre[1]. Il conclut que ce sont les poudres au chlorate les plus riches en magnésium qui produisent les gerbes de plus fort volume.

Ces expériences, intéressantes à l'époque, ne donnaient cependant qu'un aperçu bien incomplet du phé-

[1] C. Fourtier, p. 125.

nomène, car l'image enregistrée dans ces conditions est une image composite; celle-ci peut, à la rigueur, fournir une idée d'ensemble du phénomène, mais



Fig. 28. — Gerbe de l'éclair magnésique (en totalité).

aucune sur ses différentes phases, comme nous allons le voir.

C'est alors que nous avons pensé à analyser l'éclair magnésique par la chronophotographie. Nous nous sommes servi de l'appareil de notre invention que nous avons employé pendant des années, à la Salpêtrière, pour l'étude du mouvement; cependant, comme il s'agissait, dans l'espèce, d'un phénomène d'assez courte durée, nous avons dû faire construire spéciale-

ment par M. Gaumont un dispositif susceptible de déclencher nos douze obturateurs pendant la durée de l'éclair, c'est notre *expéditeur à grande vitesse*. Nous allons décrire ces deux appareils dans un instant.

Nous avions songé à employer tout d'abord pour cette étude la cinématographie ; mais nous avons dû y renoncer de suite par la raison que la cadence n'est pas assez rapide. On n'obtient en effet que vingt à vingt-cinq épreuves à la seconde au maximum ; si donc nous voulons analyser un phénomène qui dure environ 1/10 de seconde, nous n'obtiendrons que deux à trois épreuves au plus, ce qui est absolument insuffisant. En dernier lieu, le format de l'image cinématographique est trop réduit.

Grâce à notre *expéditeur à grande vitesse* et en le réglant pour qu'il y ait un intervalle de 1/100 de seconde entre le fonctionnement de chaque obturateur, nous obtiendrons douze images en 12/100 de seconde, ce qui représente la cadence de cent images à la seconde. En 1/10 de seconde, nous aurons donc dix images au lieu de deux à trois avec le cinématographe. Rien ne nous empêche d'ailleurs de réduire encore la durée de fonctionnement de l'appareil, si cela était nécessaire.

Enfin le format des épreuves est beaucoup plus important, comme nous allons le voir.

Description de l'appareil chronophotographique A. Londe. — Cet appareil, qui a été construit sur nos plans par Ch. Dessoudeix (fig. 29), était destiné à analyser les mouvements chez l'homme normal et l'homme pathologique ; il nous a servi également pour

étudier les allures du cheval et de divers animaux. Enfin, il nous a été très précieux pour l'analyse de l'éclair magnésique.

Cet appareil se compose d'une batterie de douze

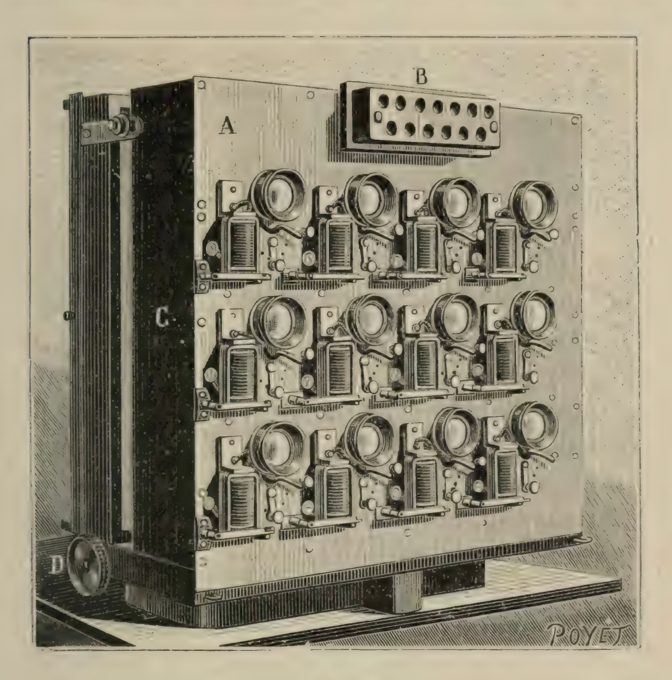


Fig. 29.

objectifs de même foyer montés sur une chambre du format 24×30. Nous obtenons ainsi douze images juxtaposées, qui ont un peu plus de 7×7, c'est-à-dire qu'elles sont absolument lisibles et qu'elles se prêtent parfaitement à l'agrandissement.

Chacun des objectifs est muni d'un obturateur du système Londe et Dessoudeix pouvant donner des

vitesses d'exposition variant de 1/10 à 1/200 de seconde. Le déclenchement des divers obturateurs se fait au moyen d'un dispositif électrique qui soulève le cliquet de départ de chacun d'eux. Cette installation a été faite par la maison Mors.

Pour faire partir successivement les divers obturateurs, il suffira d'envoyer, au moment voulu, un courant électrique dans chacun des dispositifs qui commandent les divers déclenchements. Ce sera le rôle de l'*Expéditeur*.

Description de l'Expéditeur à grande vitesse A. Londe. — Cet appareil se compose d'un chariot métallique d'un certain poids qui peut coulisser dans un cadre à inclinaison variable (fig. 30). Ce chariot comporte douze rainures parallèles dans lesquelles sont placés autant d'ergots mobiles à volonté et qui peuvent être immobilisés dans une position déterminée au moyen d'un serrage approprié. Le chariot, et par suite les douze ergots, sont reliés à un des pôles de la source d'électricité qui devra opérer le déclenchement des divers obturateurs.

Le chariot est maintenu en haut de sa course par un déclic qu'il suffira de faire fonctionner au moment voulu. Dans sa chute, il viendra rencontrer un pont isolant, sur lequel sont disposées douze lames de ressort cintrées et très souples, afin de faire le moins de résistance possible; chacune de ces lames est en rapport avec le dispositif électrique correspondant de chacun des obturateurs. Par suite, chaque fois que l'un des ergots passera sous la lame correspondante, un des obturateurs sera déclenché.

L'intervalle de temps qui séparera la prise de chaque vue de la suivante dépendra de la distance qui

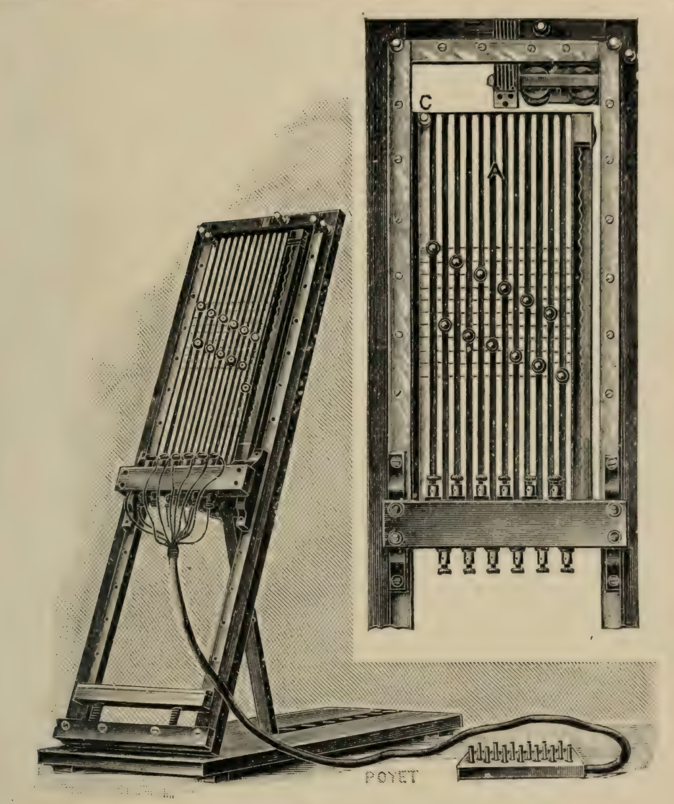


Fig. 30.

existera entre les positions respectives d'un des ergots avec le suivant.

La vitesse de chute du chariot dépend de l'inclinaison plus au moins accentuée que l'on donne au cadre, de son poids, que l'on peut faire varier à volonté, et enfin de l'addition de ressorts de traction.

Pour connaître dans les différents cas la vitesse de chute et disposer les ergots de façon qu'il existe un même temps entre le passage de chacun d'eux sous le pont isolant, on se sert d'un diapason vibrant qui donne 1 000 VS à la seconde et qui inscrit sa trace sur une lame de verre enfumée placée dans un logement spécial sur le chariot. Après quelques corrections nécessitées par le frottement de chacun des ergots sur la lame correspondante, on arrive à régler l'appareil d'une façon très précise.

Sans entrer dans plus de détails, qu'il nous suffise de dire qu'avec un expéditeur de ce genre on peut obtenir des émissions de courant extrêmement rapprochées, et par suite analyser des phénomènes de très courte durée. Nous avons fait la plupart de nos expériences à la cadence de cent épreuves à la seconde, et nous aurions pu l'augmenter encore s'il avait été nécessaire.

Pour produire l'inflammation de la charge au moment du fonctionnement du premier obturateur, il suffit d'intercaler l'ergot n° 1 dans le circuit spécial qui est destiné à l'allumage. A chaque expérience on n'a qu'à déclencher le chariot, qui, dans sa chute, produit l'éclair et le départ des douze obturateurs.

Nous réglons naturellement les obturateurs à leur plus grande vitesse, c'est-à-dire 1/200 de seconde.

La chronophotographie de l'éclair magnésique obtenue avec l'appareil que nous venons de décrire nous a permis d'analyser ce phénomène avec la plus grande précision, et nous a donné des renseignements très intéressants sur la forme caractéristique de la gerbe lumineuse et sur les projections de matières qui

accompagnent généralement l'explosion (fig. 31). Plu-

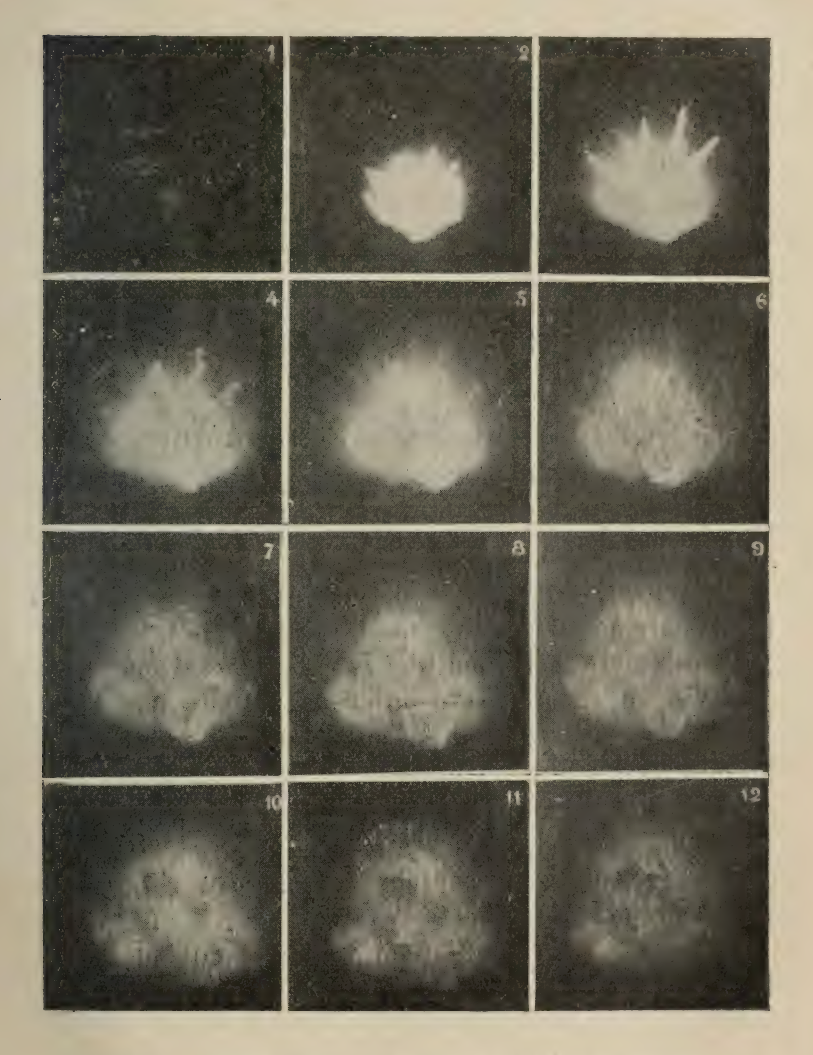


Fig. 31. — Série chronophotographique de l'éclair magnésique.

sieurs faits nouveaux ont été reconnus : ainsi il peut exister, suivant la composition de la poudre, un retard d'inflammation très appréciable ; d'autre part, avec d'autres, il se produit des fumées opaques qui doivent avoir une influence sérieuse sur le rendement lumineux. Cette méthode met encore en évidence la combustibilité plus ou moins grande de certaines compositions éclairantes ; enfin, comme les images sont obtenues à des intervalles de temps connus et rigoureusement mesurés, on saura de suite la valeur de la durée totale de combustion.

Nous allons étudier successivement ces divers points.

Analyse chronophotographique de la gerbe lumineuse produite par l'éclair magnésique.

Si bref que soit l'éclair magnésique, il n'en constitue pas moins un phénomène d'intensité variable, dont on peut suivre facilement toutes les phases si on l'étudie avec un appareil susceptible de prendre une série d'images à des intervalles suffisamment rapprochés. Nous n'aurons plus, comme dans nos premières expériences et celles du commandant Fourtier, une image composite reproduisant l'ensemble du phénomène, mais bien une série d'épreuves successives en représentant toutes les phases.

Dans tous les cas, l'inflammation se fait au point de la charge traversée par le mince fil métallique qui fond sous le passage du courant électrique ; elle s'étend plus ou moins vite, suivant la combustibilité propre

de la composition. La lumière produite, faible au début, augmente progressivement, atteint son maximum, puis elle décroît jusqu'à extinction.

Le volume de la gerbe lumineuse suit la même marche ascendante et descendante.

Suivant la nature du photopoudre, le volume maximum de la gerbe est fort variable ; son aspect général diffère également, et certaines compositions donnent des gerbes parfaitement caractéristiques.

Tous ces aspects si différents de la gerbe lumineuse sont fixés dans nos séries chronophotographiques, et la comparaison des unes avec les autres sera des plus aisées.

On voit aussi très nettement les projections de molécules incandescentes qui, suivant les poudres, se produisent avec une importance plus ou moins grande (fig. 32).

Enfin elles nous ont montré d'une façon indiscutable qu'avec le même mode d'allumage il peut se produire un retard d'inflammation dû à la nature de la composition. Avec un certain nombre de poudres ce retard peut atteindre 0",01 à 0",02, ce qui est loin d'être négligeable dans un phénomène dont la durée totale oscille dans les environs de 0",1.

En dernier lieu nous constatons un fait nouveau qui n'avait pas encore été signalé, c'est que l'inflammation des divers photopoudres ne se fait nullement de même : tantôt elle est progressive et relativement lente, tantôt elle atteint immédiatement son maximum, et ceci indépendamment du retard d'inflammation, s'il en existe un.

Il ressort de ces expériences que, en dehors de l'in-

flammabilité plus ou moins grande d'une poudre, il faut considérer sa combustibilité, qui peut aussi être plus ou moins grande et sans qu'il y ait un lien absolu

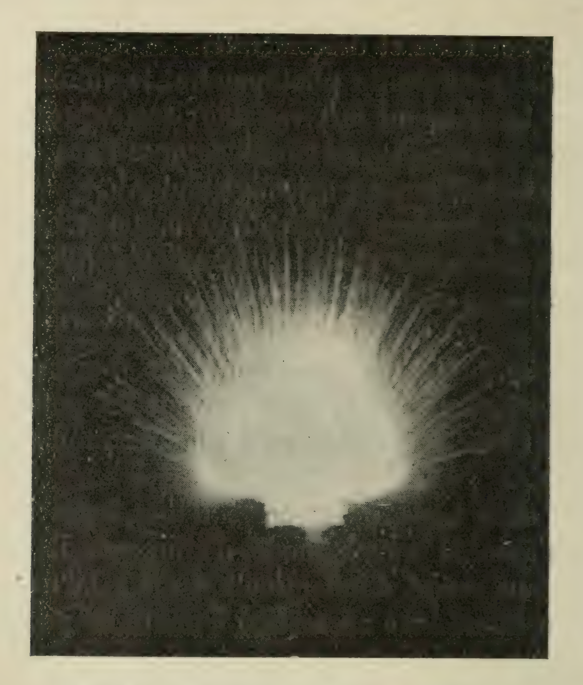


Fig. 32. — Projections de l'éclair magnésique.

entre ces deux phénomènes. On pourra donc ranger les photopoudres en deux catégories ; ceux qui n'ont pas de retard d'inflammation et ceux qui en ont un. Dans chaque catégorie il y aura deux subdivisions correspondant aux préparations de grande combustibilité ou de faible combustibilité.

Nous renvoyons le lecteur que cette question intéresserait au tableau que nous avons publié dans notre

ouvrage sur l'éclair magnésique[1], et qui donne la reproduction d'une dizaine de séries chronophotographiques obtenues avec des photopoudres différents. Ce tableau fournit les renseignements les plus complets sur le volume et la forme des différentes gerbes magnésiques, sur la durée de combustion, sur l'inflammabilité et la combustibilité des divers photopoudres, sur les retards d'inflammation. Nous regrettons que le format de ce livre ne nous ait pas permis de le reproduire à nouveau.

Nous nous contenterons de donner deux séries concernant l'une une poudre lente (fig. 33), et l'autre une poudre rapide (fig. 34). La première n'a pas de retard d'inflammation et est de combustibilité moyenne ; la seconde a un retard d'inflammation de 2/100 de seconde et est d'une grande combustibilité.

Du bruit qui accompagne l'éclair magnésique.

Tous les photopoudres sont de véritables explosifs dont la chaleur produit la brusque dissociation ; il n'y a rien d'étonnant dans ces conditions que l'éclair se produise avec un certain bruit ; avec quelques photopoudres on aura même une véritable détonation.

Inutile de dire, que dans la pratique, ces dernières préparations devront être écartées d'une manière complète, surtout si l'on opère sur le modèle vivant ou dans une assemblée nombreuse. On doit donner sans

[1] A. LONDE, I, pl. III.

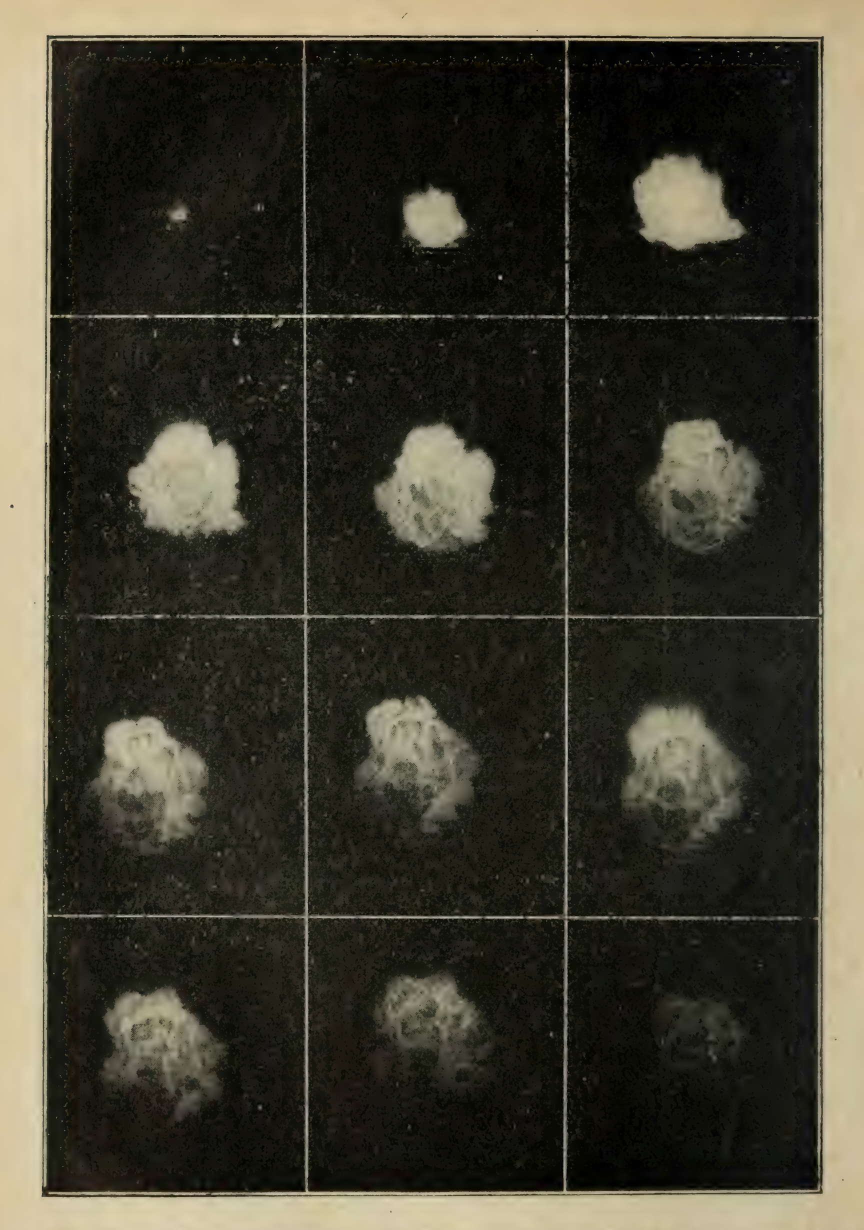


Fig. 33. — Chronophotographie d'un éclair magnésique (poudre lente). — Pas de retard d'inflammation. — Durée de combustion totale supérieure à $^{12}/_{100}$ de seconde. — Durée d'action utile $^{10}/_{100}$ de seconde. — Combustibilité moyenne.

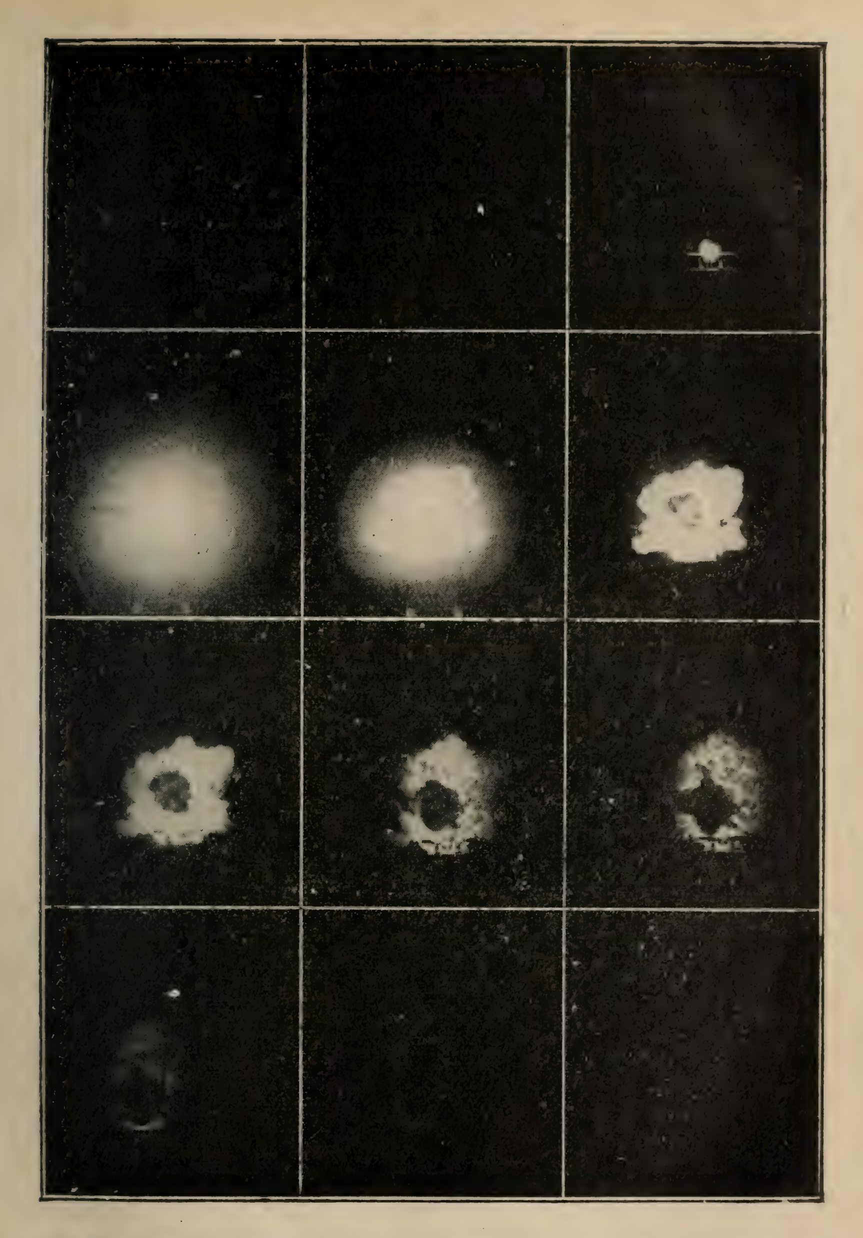


Fig. 34. — Chronophotographie d'un éclair magnésique (poudre rapide). — Retard d'inflammation $^2/_{100}$ de seconde — Durée de combustion totale $^8/_{100}$ de seconde. — Durée d'action utile $^4/_{100}$ de seconde. — Grande combustibilité.

hésitation la préférence aux compositions qui sont les plus silencieuses.

En dehors de la composition même de la poudre, qui a une influence non discutable, l'expérience a montré que, pour une même préparation, le bruit augmentait avec le degré de division des produits.

CHAPITRE IX

MESURE DE L'ACTINISME DE L'ÉCLAIR MAGNÉSIQUE

Dans les chapitres précédents, nous avons recueilli des renseignements très importants sur la durée de combustion des photopoudres, leur inflammabilité, la nature et la forme de la gerbe, les projections qui les accompagnent. Ces recherches, plutôt théoriques, ont cependant donné nombre d'indications qui pourront être mises à profit dans la pratique.

La question qui nous reste à traiter, et qui est du reste capitale, c'est celle de la détermination de l'actinisme de l'éclair magnésique ; il est en effet indispensable de mesurer l'intensité lumineuse des diverses préparations et de connaître exactement le rapport qui existe entre l'action totale de l'éclair et son action utile.

Nous avons employé plusieurs méthodes différentes pour élucider ce problème délicat. Nous allons les décrire maintenant.

A. *Méthode des instantanés successifs.*

Au lieu de chronophotographier l'éclair lui-même, nous avons pensé à reproduire dans les mêmes con-

ditions un modèle vivant. Cette expérience avait un double intérêt : premièrement, trancher la question de savoir si l'actinisme de l'éclair est suffisant pour donner une image complète dans une durée d'exposition de l'ordre de 1/200 de seconde; deuxièmement, fournir des renseignements utiles sur la valeur de l'actinisme aux divers moments du phénomène.

En ce qui concerne le premier point, la réponse ne fut pas douteuse et le premier nous pouvions annoncer[1] qu'il était possible d'obtenir pendant la durée de l'éclair non seulement une, mais plusieurs épreuves instantanées.

Cette expérience capitale confirme bien les observations précédemment faites sur la durée de l'éclair qui est loin d'être instantané, comme on le croyait; elle ouvre d'autre part des horizons nouveaux sur l'instantanéité à la lumière artificielle, qui, n'étant pas réalisable à l'heure actuelle par la brièveté de l'éclair lui-même, pourra l'être néanmoins pendant la durée de celui-ci. C'est une question que nous traiterons d'ailleurs plus loin à propos de la photographie instantanée et de la chronophotographie pendant l'éclair magnésique.

En ce qui concerne le second point, plus une composition sera actinique, plutôt nous obtiendrons dans la série une épreuve complète, et aussi plus élevé sera le nombre de celles-ci. N'oublions pas que le phénomène que nous voulons analyser est d'ordre essentiellement variable; de même que la gerbe lumineuse suit

1. *Comptes rendus de l'Académie des sciences,* t. CXXXIV, n° 22, 1902, p. 1301; *B. S. F. P.*, 1902, p. 425.

une marche ascendante, puis décroissante, de même l'actinisme suivra une marche analogue. Comme conséquence, on n'obtiendra en général pas d'épreuve au début, sauf avec des photopoudres de combustibilité particulièrement rapide; ceci tient à ce qu'à ce moment l'actinisme produit n'est pas suffisant pour impressionner la plaque pendant le temps très court de l'exposition. L'actinisme augmentant, on commencera à obtenir des images d'abord insuffisantes, puis complètes; le nombre de ces dernières sera d'autant plus élevé que l'actinisme sera plus considérable et durera plus longtemps. A la période décroissante du phénomène, l'inverse se produira : les images iront en diminuant d'intensité jusqu'à disparition complète.

Voici les résultats que nous avons obtenus :

DÉSIGNATION DU PHOTOPOUDRE	NOMBRE D'IMAGES OBTENUES EN $^{12}/_{100}$ DE SECONDE	PREMIÈRE IMAGE	MAXIMUM
N° 1	4	3	3 - 4
N° 2	6	1	2 - 3
N° 3	12	2	4 - 5 - 6
N° 4	12	1	3 - 4 - 5
N° 5	11	2	4 - 5 - 6
N° 6	9	4	5

Il ressort de ce tableau que les poudres qui donnent le plus grand nombre d'images et le maximum le plus élevé sont les plus actiniques. C'est ainsi que les photopoudres n°s 3, 4 et 5 sont incontestablement beau-

coup plus actiniques que les photopoudres n°s 1, 2 et 6. Le moins actinique est le n° 1.

Pour avoir des chiffres représentant l'actinisme au moment de la prise de chaque cliché, il serait nécessaire de pouvoir mesurer l'intensité de l'image obtenue, ce qu'on ne peut faire sur le modèle vivant; il faudrait alors procéder autrement et employer une méthode originale qui a été indiquée par M. Houdaille.

Cette méthode consiste à reproduire une mire dont les quatre voyants à fond noir sont constitués par des groupes de points de diamètres décroissants. Ces points sont respectivement blancs, verts, jaunes et rouge-saumon ; ce sont les couleurs que l'on rencontre le plus souvent dans les objets à photographier.

L'auteur a constaté que, lorsqu'on reproduit une mire de ce genre, les points les plus gros sont seuls visibles à l'œil nu lorsque la pose est insuffisante ; au contraire, plus celle-ci augmente, plus les points de plus en plus petits apparaissent.

Cette méthode est d'une grande précision, car elle ne demande pas à l'œil d'apprécier deux teintes différentes, ce qui est toujours délicat, mais bien de distinguer ou non des groupes de points. Dans le cas présent, cette méthode pourrait nous donner des renseignements très complets sur l'actinisme de l'éclair aux divers moments du phénomène. Cette étude serait intéressante au point de vue théorique ; mais ce qui est plus important, au point de vue pratique, c'est de connaître l'actinisme total de l'éclair, résultat que ne saurait donner la méthode précédente.

Pour résoudre le problème, nous employons une

méthode toute différente et que nous avons dénommée *Méthode des expositions fractionnées*.

B. *Méthode des expositions fractionnées.*

Au lieu de faire pendant la durée de l'éclair, comme il vient d'être dit, une série d'instantanés successifs, nous allons effectuer avec notre appareil une série de poses décroissantes. La première comprendra l'image donnée par l'éclair tout entier, la seconde, une autre image avec un retard de 1/100 de seconde, et ainsi de suite avec ce même retard de 1/100 entre chaque prise d'image.

Pour réaliser cette expérience, nous fixons sur notre appareil chronophotographique un dispositif très simple qui arrête tous les obturateurs au milieu de leur course. On arme ceux-ci comme d'habitude, et le courant est envoyé dans la charge en même temps que le premier obturateur est déclenché. Celui-ci reste ouvert et enregistre l'image donnée par l'éclair tout entier. Le second obturateur est déclenché 1/100 de seconde après et reste également ouvert; il enregistre l'éclair avec un retard de 1/100 de seconde, et ainsi de suite jusqu'au douzième.

Cette méthode, que l'on pourrait appeler aussi *Méthode par résidus,* permet d'enregistrer, d'une part l'actinisme total de l'éclair, et, de l'autre, ce qui reste de lumière utile à des périodes variant de 1/100 de seconde. Si le photopoudre est très actinique, on obtiendra plusieurs images satisfaisantes; s'il est peu actinique, on en obtiendra un moins grand nombre.

Les images iront naturellement en décroissant d'intensité jusqu'au moment où le résidu de lumière sera trop faible pour impressionner la plaque.

Cette méthode permettra d'apprécier non seulement l'actinisme d'une poudre, mais de se rendre un compte exact de la durée d'action utile.

Voici quelques-uns des résultats obtenus :

DÉSIGNATION DU PHOTOPOUDRE	DURÉE D'ACTION TOTALE	DURÉE D'ACTION UTILE
N° 1	0″,03	entre 0″,02 et 0″,03
N° 2	0″,06	0″,04
N° 3	0″,10	0″,06
N° 4	0″,12	0″,10
N° 5	0″,12	0″,10

Dans les séries obtenues de cette manière, l'examen de la première image, qui correspond à l'action totale de l'éclair, donnera les résultats les plus complets sur la valeur de celui-ci. Le plus ou moins grand nombre d'épreuves obtenues donnera la mesure de la durée totale de combustion ; enfin le rapport du nombre des images satisfaisantes à celui des images visibles indiquera le rapport de l'action utile par rapport à l'action totale.

Nous avons trouvé que ce chiffre ne paraît pas constant avec les diverses préparations et qu'il peut varier entre 1/3 et 1/5.

Si alors on veut mesurer d'une façon très précise

l'actinisme d'une poudre et traduire les résultats trouvés en chiffres, il n'y aura qu'à reproduire par cette méthode la mire de M. Houdaille, que nous avons décrite il y a un instant, et à faire la lecture sur la première image, qui est celle correspondant à l'action de l'éclair tout entier. L'examen des autres images donnera l'actinisme restant aux divers moments du phénomène. Voir les chiffres trouvés (Voir page 116).

L'examen de ce tableau est particulièrement intéressant ; il montre en effet les différences d'actinisme des diverses poudres essayées.

Des chiffres trouvés il est très facile de savoir quel est en L. M. S. l'actinisme nécessaire pour avoir une image complète ; en dessous de 35000 L. M. S., l'impression est suffisante, et elle est nulle en dessous de 4000 L. M. S.

Dans le tableau suivant, si l'on trouve dans les premières colonnes des chiffres identiques, ceci tient à ce que la poudre essayée avait un retard d'inflammation. Ainsi, par exemple, avec la poudre n° 1, qui a un retard d'inflammation de 0",02, les deux premiers objectifs se sont trouvés démasqués avant que l'éclair se soit produit ; ils enregistreront donc la totalité de l'éclair comme le troisième qui fonctionne au moment précis de l'allumage. Les chiffres des trois premières colonnes se trouveront donc identiques. Avec les poudres n°s 2 et 3, qui n'ont qu'un retard de 0",01, les chiffres des deux premières colonnes seront les mêmes. Si nous ne savions pas, d'autre part, mettre en évidence le retard d'inflammation d'une préparation, la méthode présente nous l'indiquerait parfaitement.

Toutes les expériences qui précèdent ont été faites

ESSAI DES PHOTOPOUDRES
PAR LA MÉTHODE DES POSES FRACTIONNÉES

INTENSITÉ LUMINEUSE EN L. M. S.

INDICATION DU PHOTOPOUDRE	NUMÉROS DES OBJECTIFS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N° 1	65 000	65 000	65 000	50 000	37 000	27 000	20 000	12 000	7 000	4 000	2 000	500
N° 2	75 000	75 000	65 000	46 000	32 000	21 000	12 000	5 000	1 000	»	»	»
N° 3	80 000	80 000	75 000	68 000	60 000	50 000	40 000	30 000	20 000	10 000	5 000	2 000
N° 4	60 000	57 000	54 000	50 000	44 000	38 000	32 000	23 000	15 000	8 000	2 000	1 000
N° 5	35 000	30 000	4 000									

avec un même poids de photopoudre, 1 gramme dans l'espèce.

Nous avons alors voulu voir dans quelle mesure pouvait varier l'actinisme, suivant l'augmentation de la charge.

Le tableau suivant donne les résultats que nous avons obtenus.

AUGMENTATION DE L'ACTINISME
SUIVANT LE POIDS DE LA CHARGE

POIDS DU PHOTO-POUDRE N° 5	NUMÉROS DES OBJECTIFS						
	1	2	3	4	5	6	7
1 gramme	35 000	30 000	4 000	»	»	»	»
2 grammes	80 000	70 000	35 000	16 000	4 000	»	»
5 grammes	150 000	135 000	95 000	48 000	20 000	10 000	3 000

Il ressort nettement des chiffres trouvés que l'actinisme augmente dans de grandes proportions avec le poids de la charge. Cependant nous verrons par la suite qu'au delà d'une certaine charge, l'actinisme ne croît plus proportionnellement au poids.

C. *Méthode des diaphragmes décroissants.*

En terminant, nous croyons devoir signaler une dernière méthode que nous avons imaginée et qui nous a permis d'étudier d'une toute autre manière l'actinisme de l'éclair magnésique; elle est intéressante à cause de sa simplicité. Elle consiste à reproduire la mire Houdaille avec un appareil à objectifs multiples, ceux-ci étant munis de diaphragmes décroissants. Il n'est plus besoin d'obturateurs à commande électrique ni d'allumage automatique de l'éclair, toutes choses qui nécessitent un appareil spécial et coûteux, comme était notre appareil à douze objectifs.

Voici comment nous opérons : on place l'appareil en face la mire, les objectifs munis de leurs diaphragmes décroissants restant ouverts. On opère bien entendu dans l'obscurité, ce qui permet d'ouvrir sans inconvénient le chassis en attendant l'allumage de l'éclair. Une fois celui-ci parti, on obtiendra sur la plaque une série d'images d'intensité décroissante jusqu'au moment où la quantité de lumière pénétrant par un diaphragme trop rétréci n'aura pas pu réduire la plaque sensible. Plus l'actinisme sera grand, plus on obtiendra d'images, et réciproquement.

Pour mesurer l'actinisme des différentes poudres, il suffira de rechercher les images qui ont même intensité et de noter le diaphragme correspondant. L'actinisme sera en raison inverse de l'ouverture du diaphragme. Pour ce faire, nous notons dans chaque série l'extrême perception du secteur rouge de la mire.

Voici les résultats obtenus :

DÉSIGNATION DU PHOTOPOUDRE	OUVERTURE DU DIAPHRAGME CORRESPONDANT A L'EXTRÊME PERCEPTION DU ROUGE
N° 1	f/21,00
N° 2	f/32,25
N° 3	f/35,00
N° 4	f/21,00
N° 5	f/35,00
N° 6	f/26,30
N° 7	f/52,50
N° 8	f/17,50
N° 9	f/51,50
N° 10	f/26,30

En adoptant comme unité le photopoudre le moins actinique, soit dans l'espèce le n° 8, le rapport de luminosité ou l'actinisme proprement dit de ces différentes poudres serait le suivant :

N° 8	1,000
Nos 1, 4	1,045
Nos 6, 10	2,250
Nos 3, 5	4,000
Nos 2, 7	»
N° 9	9,000

Nous renvoyons d'ailleurs le lecteur à l'ouvrage que nous avons publié sur l'éclair magnésique ; il y trouvera d'autres recherches originales que le cadre de ce ouvrage ne nous permet pas de reproduire.

Autres méthodes pour apprécier l'actinisme de l'éclair magnésique. — Pour comparer l'actinisme des photopoudres, on pourra utiliser avec succès les différents modèles de sensitomètres à échelle qui servent habituellement pour mesurer la sensibilité relative des plaques photographiques. Celui de Warnercke, ou mieux encore celui de Chapman Jones, seront d'un emploi très pratique. Ce dernier se compose d'une échelle d'opacité comportant vingt-cinq cases numérotées de 1 à 25 ; il comprend également des cases transparentes teintées en rouge, orangé, jaune, vert, bleu et violet. Le nombre des cases impressionnées et l'intensité du noircissement sous les écrans colorés donneront des renseignements très précis sur l'actinisme de la composition éclairante essayée.

CHAPITRE X

DES PRODUITS DE COMBUSTION DES PHOTOPOUDRES

La production de l'éclair magnésique s'accompagne toujours de fumées plus ou moins abondantes, qui sont composées de magnésie à l'état d'extrême division ; puis, si l'on se sert de photopoudres, d'autres produits de combustion variables d'après la formule employée.

Ces fumées sont désagréables à respirer, et certaines d'entre elles nocives et dangereuses. Sont dans ce dernier cas les compositions dans lesquelles il entre du soufre, du phosphore, du ferrocyanure de potassium, des chromates.

Lorsque l'on aura fait partir un éclair dans un local fermé, la première chose à faire sera d'ouvrir les fenêtres et d'effectuer une ventilation énergique. Malgré cela, la magnésie en suspension dans l'air met un certain temps à tomber, et il reste dans la pièce une sorte de brouillard qui peut être très gênant, si l'on veut procéder de suite à une nouvelle opération. Cet inconvénient des fumées de l'éclair magnésique se fait particulièrement sentir dans la photographie des grottes

et des cavernes, endroits dans lesquelles la circulation d'air est toujours défectueuse, si même elle n'est pas nulle. Tous ceux qui ont opéré dans ces conditions ont signalé ce défaut très sérieux de cette source de lumière artificielle, pourtant si précieuse à tant de points de vue.

Deux méthodes peuvent être employées pour supprimer cet inconvénient : la première consiste à tâcher d'obtenir des photopoudres ne donnant que peu ou pas de fumées. Des essais ont été faits dans cet ordre d'idées ; mais on n'a pas encore trouvé de solution absolument satisfaisante. Rien ne dit que l'on ne résoudra pas par la suite cet intéressant problème ; mais pour le moment on en est réduit à capter les fumées et à les évacuer au dehors.

La nécessité de se débarrasser des fumées n'existe pas qu'avec les photopoudres, et dès les débuts de l'emploi du magnésium en fil ou des lampes à magnésium pur, on propose une série de dispositifs pour obtenir ce résultat. Nous ne saurions les décrire tous ; d'ailleurs ils ne diffèrent souvent que par peu de chose. Ce qui est intéressant, c'est de connaître les principes généraux qu'il faudra appliquer soit dans les installations fixes, soit dans les installations mobiles.

Dans les installations fixes, il suffit d'opérer dans une grande lanterne munie d'une glace à l'avant ; cette glace est dépolie de préférence afin de bien diffuser la lumière. La lanterne est en communication avec l'air ambiant par une large ouverture inférieure ; elle est surmontée d'une hotte qui va déboucher à l'extérieur au moyen d'un large tuyau d'évacuation.

Nous nous sommes servi pendant des années, à la

Salpêtrière, d'un dispositif de ce genre que nous avions fait installer dans le laboratoire de notre excellent collègue et ami le docteur Paul Richer, afin de pouvoir exécuter des photographies par n'importe quel temps et à n'importe quelle heure (fig. 35). Quoique opérant parfois avec de fortes charges, nous n'avons jamais vu la glace se rompre, ce qui ne manquerait pas d'arriver si la lanterne était de trop petites dimensions, si elle n'avait pas d'ouverture inférieure ou un tuyau d'évacuation trop petit.

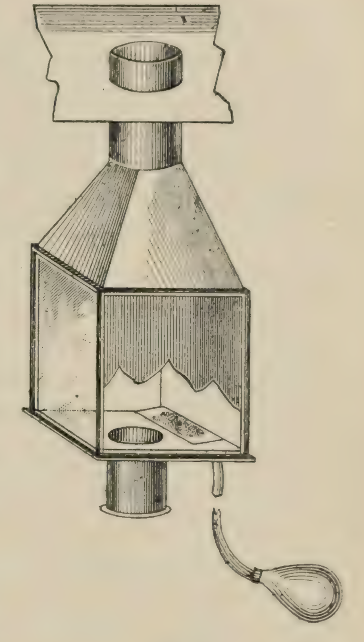


Fig. 35.

La lanterne dont nous nous servions[1] avait les dimensions suivantes :

Hauteur.	80 cent.
Largeur.	80 —
Profondeur.	80 —
Diamètre de l'ouverture inférieure. .	20 —
Diamètre du tuyau d'évacuation. .	20 —

Le fond en métal brillant fait fonction de réflecteur.

Nous engageons vivement à ne pas descendre en dessous de ces dimensions. Il vaut mieux les exagérer que de les diminuer.

[1] A. Londe, 2, p. 748.

Dans les ateliers pour portraits à la lumière artificielle de Boyer, de Bouillaud, nous verrons l'application du même principe général, mais avec des variantes assez sérieuses, car ces appareils, destinés à des usages professionnels, ont des dimensions beaucoup plus considérables et doivent permettre, le cas échéant, la production de plusieurs éclairs simultanés.

Pour faciliter l'évacuation rapide des fumées, il est tout indiqué de faire un tirage forcé. Certains opérateurs placent dans le tuyau d'évacuation un bec de gaz allumé; d'autres y disposent un ventilateur électrique.

Si la question d'évacuation des fumées est facile à résoudre dans une installation fixe, il n'en est plus de même dans une installation volante, surtout si l'on désire avoir un appareil facile à emporter et pas trop encombrant.

Examinons un peu les divers systèmes qui ont été préconisés.

Blochoose et Piffard, en Amérique, proposent de disposer au-dessus du foyer lumineux un sac dont les parois auront été mouillées au préalable. Il se produit dans celui-ci une certaine condensation des fumées; mais dire que ce système soit absolument efficace, c'est peut-être beaucoup s'avancer.

Sardnal emploie une lanterne recouverte à la partie supérieure d'une étoffe formant sac et mouillée avec une solution d'alun qui la rend ininflammable : c'est un perfectionnement de l'appareil précédent.

MM. Bourchani et Brichaut proposent également des lanternes recouvertes de sacs en étoffe ignifugée

Depuis, on a remplacé le sac par une enveloppe plis-

sée assez analogue à un accordéon ou au soufflet d'une chambre noire; cette enveloppe se développera sous l'action des gaz et des fumées produites lors de l'explosion.

La seule précaution à prendre, c'est que le volume du sac soit suffisant pour emmagasiner tous les gaz produits, sinon la glace de la lanterne pourrait être brisée par l'explosion. Cela nous est arrivé plusieurs fois avec l'appareil de Bourchani, qui a servi avec grand succès à M. Mairet pour obtenir des photographies au théâtre.

Nous croyons du reste que l'on a tout intérêt, avec des appareils de ce genre, à supprimer la glace qui est lourde et fragile et peut blesser l'opérateur en cas de rupture par un morceau de toile ignifugée. C'est du reste ce que l'on réalise maintenant d'une façon générale pour tous les appareils portatifs.

On fait sous le nom d'avale-fumées ou de capte-fumées des dispositifs qui reposent tous sur le même principe et ne varient que par des détails d'exécution. On fait partir l'éclair dans un récipient en toile translucide et incombustible, qui sert à la fois de diffuseur et de capte-fumée. Pour évacuer les produits de combustion, on porte le sac à l'extérieur et on le vide.

Dans cet ordre d'idées, nous citerons le modèle de M. d'Osmond, qui est d'une extrême simplicité et que la figure 36 nous dispense de décrire davantage.

Le dispositif de MM. Lumière est également très bien compris : un grand sac rigide et ignifugé recouvre l'inflammateur. Lorsque la charge est disposée, on abaisse le cadre inférieur CEFD et on le fixe sur la base de l'appareil. De cette manière, aucune fumée

ne peut s'échapper. Bien entendu, l'allumage se fait de l'extérieur et à distance au moyen d'une poire pneumatique ou électrique (fig. 37).

En résumé, avec les dispositifs que nous venons de décrire, l'inconvénient des fumées de l'éclair magnésique est moins grand qu'on ne le pensait au début. Dans

Fig. 36.

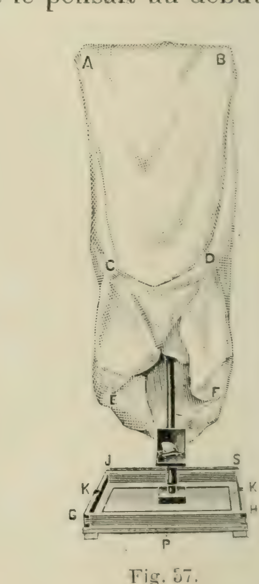


Fig. 37.

les installations fixes bien faites, il n'en est plus question ; dans les installations portatives, on s'en tirera passablement en faisant choix d'un bon avale-fumées. Dans les locaux un peu vastes et si l'on ne prend qu'une photographie, le nuage de fumée produit ne causera pas de gêne appréciable, et après être monté

au plafond il se dissipera petit à petit en se transformant en une fine poussière de magnésie.

La production des fumées magnésiennes ne sera vraiment gênante que dans les intérieurs dans lesquels l'air ne se renouvelle pas ou mal ; nous voulons parler des grottes et des cavernes. Si l'on veut obtenir successivement un certain nombre d'épreuves à la lumière artificielle, il faudra obligatoirement se servir d'un avale-fumées.

Le volume de fumées donné par un photopoudre s'apprécie bien à simple vue, et le moins expert saura de suite distinguer si une poudre produit peu ou beaucoup de fumées. Le temps nous a manqué pour étudier cette question par la chronophotographie.

Il aurait été intéressant aussi d'étudier la nature de ces fumées, qui, outre de la magnésie, contiennent d'autres produits de décomposition dont quelques-uns peuvent modifier dans une certaine mesure la lumière de l'éclair en l'interceptant plus ou moins.

C'est ainsi que, dans certaines de nos séries et avec quelques photopoudres, nous avons constaté la formation de taches noires qui augmentent au fur et à mesure de la combustion. Ces taches sont constituées par des produits de combustion qui, formant écran devant le foyer lumineux, doivent en modifier considérablement l'actinisme (fig. 38)[1].

Ce phénomène est des plus curieux à signaler, et ce n'est pas un hasard, car nous l'avons toujours cons-

[1] Voir également la figure 34, où le phénomène en question se montre d'une façon remarquable dans les épreuves 6, 7, 8, 9 et 10 de la série.

taté avec les mêmes préparations. Nous aurions assez

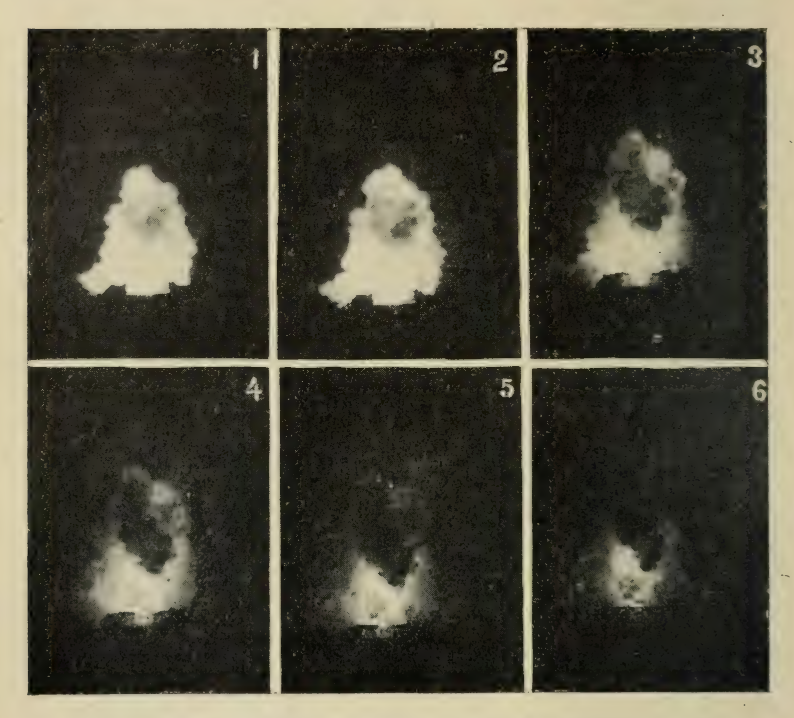


Fig. 38. — Taches opaques de l'éclair magnésique.

tendance à penser qu'il est dû à la présence de l'aluminium dans la poudre essayée.

De la toxicité des produits de combustion.

Les produits de combustion du magnésium pur ou des photopoudres ne sont pas seulement désagréables

à respirer, mais ils peuvent présenter aussi quelques inconvénients et certains dangers.

M. Martel, le spécialiste des photographies de grottes, M. L.-G. Leancour[1], qui a fait beaucoup de magnésium à une époque, ont signalé l'un et l'autre des effets purgatifs produits chez l'opérateur six ou sept heures après, et qui sont évidemment dus à l'absorption de la magnésie.

M. G.-A. Leroy a publié[2] un cas d'intoxication plus grave dont il a été victime avec le photopoudre de Lord (magnésium, permanganate de potasse, bichromate de potasse). L'analyse chimique a prouvé que la fumée contenait des quantités notables de chromates alcalins.

Les photopoudres à base de chlorate ou de soufre produisent des vapeurs qui sont désagréables à respirer, mais qui ne sont pas dangereuses. Il n'en est pas de même si la composition employée contient du phosphore, du sulfure d'antimoine, du ferrocyanure de potassium, des nitrates, des permanganates et bichromates alcalins et enfin des chromates.

On ne saurait donc prendre trop de précautions, surtout lorsque l'on emploie des préparations du commerce, dont on ignore totalement la composition.

M. Leancour, dans la même revue, cite des cas encore plus sérieux d'intoxication magnésienne. La guérison n'aurait été obtenue qu'après cessation complète de tout travail à la lumière artificielle.

[1] *Photo Studia*, 37, rue des Mathurins, Paris, p. 68.
[2] *B. S. F. P.*, 1894, p. 318.

CHAPITRE XI

AUTRES MODES D'EMPLOI DES PHOTOPOUDRES AU MAGNÉSIUM

Au lieu d'employer le photopoudre au magnésium à l'état de poudre, on a cherché à l'enrober dans certaines substances, de façon à obtenir des petites pastilles légèrement comprimées qu'il suffit d'allumer, non plus pour avoir un éclair, car l'enrobage retarde la combustion, mais une vive lumière qui dure quelques instants et est parfaitement suffisante pour l'exécution d'un cliché.

Le commandant Fourtier comprime dans un moule à étoiles un mélange de chlorate de potasse, de sulfure d'antimoine et de magnésium, le tout additionné d'un peu de gomme laque en poudre et d'alcool. Il fixe sur cette pastille une mèche de coton trempée dans du pulvérin. La durée de combustion de ces pastilles est de 1 seconde à 1 seconde et demie.

Sardnal emploie la poudre de Goedicke et Miethe :

Chlorate de potasse	60	parties.
Sulfure d'antimoine	10	—
Magnésium	30	—

Après avoir mélangé au tamis, l'auteur triture sa poudre avec du collodion normal et en fait une pâte qu'il moule en pastilles.

Miethe, de son côté, avait proposé d'agglomérer le photopoudre avec de la paraffine.

On trouve dans le commerce, sous le nom de *phœbusine*, des pastilles qui sont constituées par un petit récipient en carton contenant la composition éclairante et fermé par une feuille de papier. Au moment de l'emploi, on perce ce papier et on introduit une allumette bougie, qu'il ne reste plus qu'à enflammer.

M. York Schwartz propose d'agglomérer le photopoudre dans du collodion; mais, au lieu d'en faire des pastilles, il l'étale sur des feuilles de papier. Une fois sèches, on les suspend à un crochet, et en y mettant le feu on obtient une flamme très large et très brillante. Ces bandes ont été mises dans le commerce en deux formats, 13 × 18 et 9 × 13. Un morceau de 13 × 12 contenant environ 1 gramme de photopoudre est suffisant, paraît-il, pour l'exécution d'un portrait.

Sous le nom de *bandes éclairs* (fig. 39), on trouve dans le commerce le dispositif suivant : deux feuilles de carton un peu épais sont collées l'une contre l'autre, mais la supérieure a été découpée au préalable de telle manière que seuls les bords subsistent. Il existera donc un logement de grande surface et de l'épaisseur du carton dans lequel on tassera la poudre éclair de façon à former une couche régulière. Ceci fait, on recouvre le logement

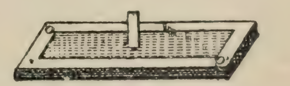


Fig. 39. — Bandes éclairs.

en collant par-dessus une feuille de papier étanche.

En glissant sous ce papier une mèche que l'on enflamme, on obtient un éclair sur une longue surface horizontale et à grand rendement lumineux.

CHAPITRE XII

EMPLOI D'AUTRES MÉTAUX QUE LE MAGNÉSIUM POUR LA COMPOSITION DES PHOTOPOUDRES

Il n'y a pas que le magnésium en poudre qui soit susceptible de produire une lumière éclatante ; d'autres métaux employés dans les mêmes conditions peuvent donner des résultats intéressants pour la photographie à la lumière artificielle.

On a essayé sans grand succès l'argent : Abney suggère d'insuffler dans une lampe Nadar, avec de l'oxygène, de l'argent réduit en poudre[1].

Les essais sur la combustion du zinc n'ont pas donné de meilleurs résultats[2]. La lumière produite est plutôt riche en radiations jaunes, vertes et rouges qu'en radiations violettes et ultra-violettes. Son pouvoir lumineux est de beaucoup inférieur à celui du magnésium.

Ce n'est qu'avec l'aluminium que l'on a pu obtenir des résultats méritant d'être rapportés.

[1] H. Fourtier, déjà cité, p. 100.
[2] *B. S. F. P.*, 1869, p. 306.

Emploi de l'aluminium pour la photographie à la lumière artificielle.

La poudre d'aluminium se distingue très facilement de celle de magnésium en ce qu'elle est graisseuse.

Écrasée entre les doigts, elle donne l'impression d'un corps savonneux et adhère à la peau, qui a l'air d'être argentée ; il ne suffit pas d'un simple lavage pour enlever ce dépôt, il faut frotter et se servir du savon. Au contraire, la poudre de magnésium donne l'impression d'un corps pulvérulent, sans qu'aucune parcelle reste adhérente à la peau.

La poudre d'aluminium brûle bien si elle est très fine ; au contraire, si elle est en grains plus ou moins gros, la combustion se fera mal, et l'on constatera de nombreuses projections de particules incandescentes.

On a essayé d'employer l'aluminium sous les mêmes formes que le magnésium, c'est-à-dire en fil ou ruban, à l'état de poudre pure et sous forme de photopoudre.

1° *Emploi de l'aluminium sous forme de fil ou de ruban.* — D'après les expériences de M. Villon[1], ce métal brûle très mal dans les lampes (genre Salomon). la combustion s'arrête à chaque instant, et dans ce cas son infériorité sur le magnésium n'est pas à discuter.

L'auteur indique qu'il faut, pour enflammer l'aluminium, une température initiale bien plus élevée que pour le magnésium. Pour assurer la combustion totale

[1] *B. S. F. P.*, 1892, p. 133.

et régulière du métal, il a dû employer soit un bec Bunsen, soit encore le chalumeau oxhydrique.

La quantité de fumée produite paraît plutôt plus considérable qu'avec le magnésium ; avec ce dernier elle est très fine, très homogène et plutôt blanche. La fumée de l'aluminium est plus grise et elle paraît se présenter plutôt sous la forme de flocons. Cette observation est à rapprocher de l'expérience que nous avons rapportée plus haut et dans laquelle nous avons constaté, avec certains photopoudres, la présence de produits de combustion se présentant sous forme de taches noires également floconneuses et masquant une partie plus ou moins importante du foyer lumineux.

2° *Emploi de l'aluminium dans les lampes.* — L'aluminium peut être employé dans toutes les lampes qui servent à brûler le magnésium pur, à condition qu'il soit en poudre impalpable et que l'on se serve d'une flamme très chaude et très large.

Par suite de cette nécessité, tous les petits modèles de lampes qui utilisent pour l'inflammation une allumette, une bougie, voire même une flamme à alcool trop réduite, ne pourront pas être employés dans la pratique.

Pour faciliter l'inflammation de l'aluminium, M. Villon propose d'ajouter au métal du lycopode et du nitrate d'ammoniaque.

Voici la formule qu'il préconise :

Aluminium.	100 parties.
Lycopode.	25 —
Nitrate d'ammoniaque	5 —

Le commandant Fourtier, qui a essayé cette composition, ne paraît pas lui trouver de supériorité marquée, et d'ailleurs cette formule rentrerait plutôt dans la catégorie des photopoudres.

En dernier lieu, cette poudre est d'une mauvaise conservation à cause de l'hygrométrie du nitrate d'ammoniaque.

3° *Emploi de l'aluminium à l'état de photopoudre.* — C'est sous cette forme que l'aluminium paraît donner les meilleurs résultats.

Voici les principales formules qui ont été indiquées :

1° Aluminium	8	parties.
Chlorate de potasse	20	—
Sucre	2	—
(Villon.)		
2° Aluminium	10	parties.
Chlorate de potasse	25	—
Nitrate de potasse	5	—
Sulfure d'antimoine	4	—
(Villon.)		
3° Aluminium	10	parties.
Chlorate de potasse	25	—
Sucre	2	—
Ferrocyanure de potassium	3	—
(Villon.)		
4° Aluminium	54	parties.
Chlorate de potasse	123	—
(Pr Glosenapp.)		
5° Aluminium	54	parties.
Chlorate de potasse	160	—
Sulfure d'antimoine	34	—
(Pr Glosenapp.)		

Toutes ces compositions sont explosibles, et il faudra de toute nécessité prendre les mêmes précautions qu'avec les photopoudres au magnésium. M. Fourtier

a fait l'étude complète de ces diverses préparations, et il a constaté, comme nous l'avions du reste fait nous-même, que la gerbe des photopoudres à l'aluminium a un tout autre aspect que celui de la gerbe de l'éclair magnésique. Celle-ci est toujours compacte, en forme de boule plus ou moins régulière; on sent qu'elle tend toujours à s'élever. L'aluminium donne au contraire une gerbe très étroite, qui paraît plutôt tomber; on sent très nettement que la combustion est incomplète, et au lieu d'avoir une véritable explosion, comme dans la gerbe magnésique, la poudre fuse et tombe quelquefois jusqu'à terre. Dans ces expériences et celles de Fourtier, certaines de ces gerbes descendantes avaient plus d'un mètre de hauteur[1]. De nombreuses projections se voient de tous côtés.

En résumé, des trois photopoudres indiqués par M. Villon, le plus recommandable serait le n° 2; mais il est tout de même inférieur de moitié à une bonne poudre au magnésium.

Fourtier constate enfin que la luminosité de l'éclair à l'aluminium est nettement inférieure à celle de l'éclair magnésique, et il conclut qu'en l'état, ce dernier est de beaucoup préférable. Nous sommes absolument de son avis.

On a pensé aussi à associer ces deux métaux dans une même composition. Voici une formule de ce genre donnée par Ommaganck.

Magnésium.	5 parties.
Aluminium	3 —
Phosphore rouge	1 —

[1] H. Fourtier, fig. 17 et 18.

Très souvent les poudres du commerce contiennent une certaine quantité d'aluminium, que l'on substitue au magnésium à cause de son prix moins élevé. C'est un genre de falsification qui n'est pas sans influer sérieusement sur la valeur des résultats obtenus.

En terminant, nous signalerons un mode d'emploi tout différent de l'aluminium qui vient d'être indiqué par M. J. Courtier. Il consiste à volatiliser des fils très fins d'aluminium en les mettant en court-circuit sur une canalisation électrique. On obtient ainsi une lumière très éclatante et de courte durée. Les essais faits à la Société française de photographie[1] paraissent absolument probants, et il y a là une nouvelle méthode générale de production de lumière artificielle qui donnera certainement lieu à des applications intéressantes.

[1] *B. S. F. P.,* 1906, p. 265.

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE DES DIVERSES LUMIÈRES ARTIFICIELLES SUSCEPTIBLES D'ÊTRE EMPLOYÉES EN PHOTOGRAPHIE POUR L'OBTENTION DES POSITIFS

Nous venons d'examiner dans la première partie de cet ouvrage les différentes sources de lumière artificielle susceptibles de permettre l'obtention du négatif; la question est absolument résolue, et l'on peut exécuter maintenant un cliché photographique n'importe où et n'importe quand sans s'inquiéter de la lumière solaire.

Cependant tout n'est pas terminé, et le négatif n'étant qu'une étape dans le cycle des opérations photographiques, c'est le positif qui est le but final; il faut donc procéder au tirage. A cet effet le négatif est placé dans le châssis-presse, on applique en contact une feuille de papier sensible et l'on expose à la lumière du jour.

Au bout d'un temps très variable, suivant l'opacité propre du négatif, la sensibilité du papier employé et enfin l'intensité de la lumière au moment de l'opération, l'image dont on a suivi la venue en l'examinant

de temps en temps est imprimée ; c'est pour cette raison d'ailleurs que ces papiers sont dits à image apparente. Il ne reste plus ensuite qu'à terminer l'image par les opérations habituelles que tout le monde connaît.

Le temps d'exposition, même dans les plus beaux jours, demande toujours un certain nombre de minutes, quelquefois même d'heures, si l'on opère à la lumière diffuse comme on le fait généralement. Par contre, dans la mauvaise saison, on peut être obligé de laisser un cliché exposé à la lumière pendant un ou plusieurs jours, surtout s'il s'agit d'un négatif un peu poussé.

Les conditions de travail sont, sans parti pris, déplorables, et le malheureux photographe qui fait des portraits à la douzaine est souvent bien gêné pour satisfaire sa clientèle dans un laps de temps raisonnable.

Ceci tient à la faible sensibilité des papiers à image apparente ; qu'il s'agisse de papier albuminé, de papier au collodion, de papier aux sels de platine, de chrome ou de fer, ce sera la même chose. Les variations de la lumière, suivant l'heure et la saison, sont telles, qu'à certains moments l'action est pour ainsi dire nulle.

Voici d'ailleurs un tableau très intéressant que nous empruntons au colonel Houdaille et qui montre bien l'importance de ces variations :

La lenteur d'impression des papiers à image apparente a tellement d'inconvénients dans la pratique, que l'on a cherché à obtenir des papiers rapides se tirant à la lumière artificielle. Les papiers au bromure d'argent à image latente, et qui se traitent par le développement, ont complètement résolu le problème et trans-

VALEUR DE L'INTENSITÉ DE LA LUMIÈRE AMBIANTE

EXPRIMÉE EN BOUGIE-MÈTRE-SECONDE

HEURES	JANVIER	MARS	JUIN	OBSERVATIONS
4 matin. . .	»	»	200	Lever du soleil 21 juin.
5 —	»	»	4 000	— 22 avril.
6 —	»	200	8 000	— 23 mars.
7 —	»	4 000	12 000	— 21 février.
8 —	200	8 000	16 000	— 21 décembre.
9 —	4 000	12 000	20 000	
10 —	8 000	16 000	24 000	
11 —	12 000	20 000	28 000	
Midi. . . .	14 000	22 000	30 000	
1 soir. . .	12 000	20 000	28 000	
2 —	8 000	16 000	24 000	
3 —	4 000	12 000	20 000	
4 —	200	8 000	16 000	Coucher du soleil décembre.
5 —	»	4 000	12 000	— 20 octobre.
6 —	»	200	8 000	— 22 septembre.
7 —	»	»	4 000	— 24 août.
8 —	»	»	200	— 12 juillet.

formé radicalement la photographie. Nous étudierons le tirage de ces papiers dans un instant.

Mais on n'a pas renoncé pour cela tout à fait aux anciens papiers, dont quelques-uns sont particulièrement intéressants au point de vue artistique ou industriel. Seulement on tend de plus en plus, au moyen de sources de lumière très puissantes, à remplacer le tirage à la lumière naturelle. Nous allons voir ce qui a été fait dans cet ordre d'idées et quel est l'état de la question à l'heure actuelle.

CHAPITRE XIII

IMPRESSION A LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE DES PAPIERS POSITIFS A IMAGE APPARENTE

Nous avons vu les inconvénients du tirage des papiers à image apparente, savoir : longueur d'exposition, travail irrégulier et quelquefois même impossible. On comprend alors que, dans l'industrie photographique, on ait cherché à employer la lumière artificielle, laquelle pouvait seule assurer une production continue.

Ce n'est pas tant que le tirage des papiers à l'albumine ou au citrate à la lumière artificielle soit très intéressant, car ces papiers ont bien perdu de leur vogue d'autrefois ; outre la longueur d'exposition, la succession des opérations nécessaires pour terminer l'épreuve, virage, fixage, lavage, sont fastidieuses. Quoi que l'on fasse, la stabilité de ces épreuves est assez problématique ; enfin on s'est lassé de leur tonalité variant du brun chocolat au violacé. Le ton dit photographique n'est plus de mode, et l'on préfère maintenant celui des épreuves au bromure. Mais il existe d'autres procédés auxquels on ne pourrait faire ces critiques et qui subsisteront, parce qu'ils ont des qualités de premier ordre au point de vue de l'inaltérabilité,

de la beauté des tonalités et enfin de leur caractère artistique ; nous citerons, en particulier, le procédé au charbon avec toutes ses variantes et le papier au platine.

Dans l'industrie, certains papiers aux sels de fer, le papier au ferro-prussiate et celui au gallate sont d'un emploi journalier pour la reproduction des calques et des dessins.

Enfin, comme nous le verrons par la suite, dans les procédés photomécaniques, héliogravure, similigravure, photocollographie, etc., la lumière est employée aussi pour obtenir la planche ou le bloc qui seront tirés ensuite à la machine.

Dans toutes ces applications, et principalement dans les dernières, l'emploi de la lumière artificielle s'impose, l'industriel ayant grand intérêt à ne pas être tributaire de la lumière naturelle.

Du choix de la source de lumière.

Étant donné, dans l'hypothèse présente, qu'il s'agit d'impressionner des préparations relativement lentes et de remplacer la lumière naturelle, il est tout indiqué de n'employer que les sources de lumière artificielle les plus puissantes.

A. *Emploi de la lumière magnésique.*

On a fait quelques essais avec le magnésium, dont on connaît l'intensité ; ces essais méritent d'être rapportés.

Avec une lampe à éclairs successifs, ou mieux encore avec une lampe à flamme continue, on peut parfaitement impressionner les papiers lents. La lampe de M. Humphrey, que nous avons décrite précédemment (page 35), a donné de bons résultats. M. Poulenc a essayé cet appareil et, d'après lui, la lumière obtenue serait de 30000 bougies. Le châssis est placé à très courte distance du foyer, la charge employée étant de 1 gramme de magnésium pur. S'il est nécessaire, on fait partir plusieurs éclairs successifs.

Pour un négatif de densité moyenne, il faut :

1 éclair pour le papier au platine,

2 éclairs pour le papier à la celloidine,

3 éclairs pour le papier albuminé.

B. *Emploi de l'arc électrique.*

Malgré l'intérêt de ces expériences, il faut reconnaître qu'avec les progrès réalisés depuis quelques années dans la fabrication des lampes électriques de grande puissance, c'est à ces dernières que l'on devra sans hésitation donner la préférence dans l'industrie.

On emploie les lampes à bas voltage sur courant continu (de 30 à 40 volts aux bornes de la lampe) ou les arcs à haut voltage fonctionnant également sur courant continu, mais en vase clos et une différence de potentiel dépassant 80 volts. Ces dernières tendent beaucoup, pour les usages photographiques, à remplacer les premières, dites *à air libre*[1].

Parmi les modèles que l'on trouve dans le commerce

[1] L.-P. Clerc, p. 46.

et qui sont établis spécialement pour les usages photographiques, nous citerons la lampe *Photo-spectral*, qui fonctionne avec le courant continu ou avec le courant alternatif (110 à 120 volts). Avec cette lampe on peut impressionner le papier albuminé ou à la celloidine en 5 ou 10 minutes au plus.

La lampe *Regina*, de MM. Henri Picard et Frère, est très employée, soit dans l'atelier pour l'exécution du portrait, soit pour l'impression des papiers à image apparente, soit enfin pour la photogravure et la photolithographie.

La lampe *Jupiter*, de M. Richard Heller, est également très bien comprise; elle peut s'employer avec tous les courants continus ou alternatifs et une tension variant de 110 à 250 volts.

Signalons encore la lampe *Union*, de MM. P. Ladewig et P. Lemonnier.

Les lampes à charbons convergents donnent également de bons résultats. Nous citerons en particulier la lampe Bènard et celle de Siemens, que nous avons vues employées chez divers industriels.

Comme lampe en vase clos, une des plus intéressantes est celle qui est construite par la *Westminster Engineering C°* de Londres (fig. 40). Placée au milieu d'une sorte de corbeille rotative qui reçoit les chassis-presse, on peut tirer simultanément un grand nombre d'épreuves. Le temps d'exposition pour les papiers aux sels d'argent et de platine varie de 2 à 3 minutes.

La plupart des lampes dont nous venons de parler peuvent être employées également pour l'exécution du portrait, et nous aurons à en parler encore dans le chapitre où cette question sera traitée.

On peut se rendre compte de l'intérêt qu'il y a à employer la lumière artificielle dans les procédés industriels de reproduction en analysant les résultats des expériences comparatives que nous allons rapporter.

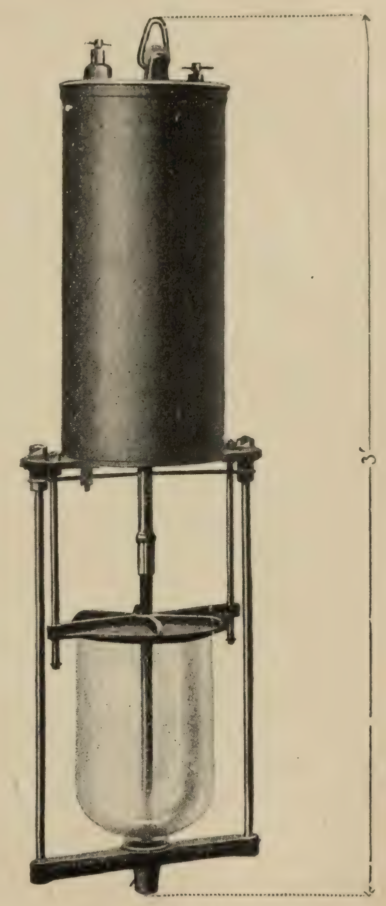


Fig. 40.

Fin novembre, il a fallu à la lumière diffuse deux heures de pose (midi à 2 heures) pour obtenir une épreuve satisfaisante sur papier citrate. Pour avoir le même résultat à la lumière artificielle, il a suffit de 10 minutes à 1 mètre de distance d'une lampe Bardon de 60 ampères.

Le même jour, un papier au ferro-prussiate a été exposé sous un calque à 11 heures du matin (temps clair, soleil); la pose nécessaire a été de 5 minutes. L'après-midi, par temps sombre, il a fallu 10 minutes. Avec l'arc électrique, 2 minutes ont été suffisantes.

Il est évident, en parlant de cette dernière expérience, que la différence d'exposition, toute à l'avan-

tage d'ailleurs de la lumière artificielle, ne serait pas suffisante pour motiver une installation spéciale comme celle que nécessite l'éclairage électrique ; mais il ne faut pas oublier qu'à certaines heures de la journée et par certains temps, la pose à la lumière naturelle s'accroît d'une façon démesurée. Il est même des moments où il faut cesser tout travail, la lumière n'étant plus assez intense pour impressionner la couche sensible.

C'est dans cette hypothèse que l'on verra l'intérêt qu'il y a à opérer à la lumière artificielle, car on n'est plus tributaire de la saison, de l'heure et du temps ; le travail peut s'effectuer d'une façon continue et sans les aléas très grands que comporte le tirage à la lumière naturelle. On ne saurait d'ailleurs trop insister sur ce dernier point ; avec la lumière naturelle, constamment variable, le problème délicat de la détermination du temps de pose se posera constamment à l'opérateur, et quelle que soit son habileté professionnelle, il ne pourra pas éviter un certain nombre d'insuccès, le temps d'exposition ayant été ou trop court ou trop long.

Au contraire, à la lumière artificielle, après quelques essais naturellement, le temps d'exposition sera réglé d'une façon définitive, et l'on opérera en quelque sorte automatiquement. Nous n'avons pas besoin d'insister davantage sur la supériorité non discutable de la lumière artificielle dans la photographie industrielle.

C. *Emploi des lampes à mercure.*

On a proposé également d'exécuter certains tirages avec la lampe à mercure à renversement qui consiste en un long tube de verre contenant une petite quantité

de mercure et dans lequel on fait passer le courant électrique. On dispose une batterie de ces tubes derrière une feuille de verre dépoli afin d'assurer la régularité de l'éclairage. Le châssis positif est alors placé devant le verre dépoli et à courte distance. L'avantage de la lampe à mercure est qu'elle ne dégage que très peu de chaleur comparativement à l'arc électrique, qui lui, au contraire, est à une température des plus élevées. Avec ce dernier, il faut s'éloigner beaucoup plus, afin d'éviter le bris de la glace du châssis positif ou même du négatif. Il convient de signaler également que la chaleur peut avoir une influence néfaste sur la couche sensible dans certains procédés; ainsi, en photocollographie, certains auteurs recommandent de ne pas employer l'arc électrique[1]. Dans ce cas particulier, les lampes à mercure se trouveront tout indiquées.

Avec la lampe à mercure de Way, qui est maintenant abandonnée à cause des vapeurs mercurielles qu'elle produisait, 5 minutes suffisaient pour obtenir sur papier albuminé une épreuve d'un cliché d'intensité moyenne.

M. P. V. Schrott a fait récemment, au *Congrès de Dresde*, une intéressante communication sur l'efficacité des divers arcs électriques employés pour les tirages photographiques[2]. Il recommande particulièrement la lampe au mercure au quartz du docteur Kuch pour les tirages des papiers aux sels de platine, d'argent et de chrome.

[1] L. P. Clerc, p. 311.
[2] *Photo Cronik*, n° 3, 5 janvier 1910, p. 18.

D. *Emploi du gaz d'éclairage comprimé.*

Tout récemment, M. Bonte-Schaefer[1] a signalé l'intérêt qu'il y aurait à employer en photographie la lumière produite par des lampes à gaz d'éclairage comprimé. L'intensité lumineuse obtenue serait d'environ 2000 à 3000 bougies. L'auteur affirme que cet éclairage peut remplacer l'arc électrique lorsque l'on n'a pas de courant à sa disposition. Il est recommandé avec cet éclairage d'employer des préparations orthochromatiques sensibles au jaune et au vert, car ce sont ces radiations qui dominent dans cette lumière.

[1] *Photograph Chronik*, décembre 1910, p. 2, et *B. S. F. P.*, 1911, p. 358.

CHAPITRE XIV

IMPRESSION A LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE DES PAPIERS POSITIFS A IMAGE LATENTE

Tirage du positif sur papier au bromure d'argent.

La lenteur bien connue des papiers positifs à image apparente a de tels inconvénients dans la pratique, que l'on peut dire que la photographie a été radicalement transformée le jour où l'on a eu l'idée d'étendre sur papier des émulsions rapides analogues ou très voisines de celles qui constituent les plaques au gélatino-bromure. La sensibilité de ces préparations est telle qu'on doit les manipuler obligatoirement dans le laboratoire noir et s'éclairer avec la lumière rouge, tout comme pour les plaques négatives ; cependant quelques papiers un peu moins rapides peuvent être travaillés à la lumière jaune.

Une fois la feuille de papier sensible placée dans le châssis-presse, on expose à une distance donnée d'une source de lumière artificielle. Le temps de pose dépendra de la valeur propre du négatif, de la sensibilité du

papier employé, de l'intensité de la source lumineuse adoptée et enfin de la distance de celle-ci. D'après les variantes ci-dessus, le temps de pose peut être compris entre quelques secondes et quelques minutes seulement. En tout cas, il est de beaucoup inférieur à celui qui serait nécessaire pour obtenir une épreuve avec les papiers que l'on imprime à la lumière naturelle.

A notre époque, où dans tout on désire aller vite et sûrement, le problème qui se pose est le suivant : obtenir le plus rapidement possible une épreuve du cliché. Si nous opérons à la lumière du jour, il faudra un temps plus ou moins long, suivant l'éclairage. En hiver, l'opération sera interminable; si le soir arrive, il faut interrompre et remettre au lendemain. Toutes ces conditions rendent le travail fastidieux et quelquefois même impossible. Avec la lumière artificielle, ce sera un changement complet, car on pourra opérer à toute heure du jour et de la nuit; le résultat sera donc obtenu immédiatement. Nous verrons par la suite nombre d'applications intéressantes, qui ont pu être réalisées grâce à l'emploi des papiers rapides au bromure d'argent.

Du choix de la source de lumière.

Ici il ne sera nullement nécessaire d'employer des sources de lumière puissantes comme celles qui ont été décrites pour l'obtention des négatifs; les plus ordinaires pourront être utilisées avec succès, une simple lampe à essence, une bougie, une lampe à pétrole, un bec de gaz, une lampe électrique par incandescence. Toutes ces sources de lumière, relativement faibles et

dont il ne saurait être question pour l'obtention du négatif, seront parfaitement suffisantes à cause de la grande sensibilité du papier bromure. On opère d'autre part à faible distance et à l'éclairage direct de la source, tandis qu'à la chambre noire on n'utilise que la lumière réfléchie par le modèle.

Il ne saurait entrer dans le cadre de cet ouvrage d'indiquer les temps de pose nécessaires avec les divers papiers au bromure que l'on trouve dans le commerce. Nous n'aurions d'ailleurs pas les éléments voulus, car, même en prenant une source de lumière déterminée, il y aura toujours une donnée qui nous échappera, c'est la valeur propre du négatif. Les commerçants donnent du reste à ce sujet des indications sur les temps de pose nécessaires avec leurs préparations; puis, après un ou deux essais, on sera fixé d'une manière absolue.

Cependant, pour donner au lecteur une idée de la faible exposition qui est nécessaire dans l'espèce, voici les temps de pose que nous employons avec l'éclairage d'une simple lampe à essence (*lampe Pigeon*) et un papier bromure de sensibilité moyenne.

DISTANCE DE LA SOURCE LUMINEUSE : 30 cent.	
VALEUR DU NÉGATIF	TEMPS D'EXPOSITION
Très léger	30 secondes.
Moyen	1 minute.
Intense	1,5 à 2 minutes.
Très intense	Au delà de 2 minutes.

Ce ne sont que des indications, mais qui montrent qu'avec une source de lumière des plus faibles, on peut obtenir très facilement des épreuves positives en quelques secondes et au maximum en quelques minutes.

Si l'on emploie des sources de lumière plus intenses, comme le pétrole, le gaz ou la lampe à incandescence, ces temps de pose seront notablement diminués.

Pour obtenir un travail régulier, il faudra opérer toujours dans les mêmes conditions : même éclairage, même distance de la source lumineuse, même nature de papier sensible. Il n'y aura plus qu'une seule variante, ce sera la valeur propre du négatif. Ayant par expérience trouvé le temps de pose normal pour un négatif de densité moyenne, on diminuera celui-ci si le cliché est plus léger, on l'augmentera au contraire si ce dernier est plus intense.

Tous les papiers de cette catégorie donnent une image latente qu'il faudra développer par les méthodes habituelles. En laissant l'épreuve plus ou moins longtemps dans le bain révélateur, on pourra corriger dans une certaine mesure les erreurs de temps de pose qui auraient pu être commises. On la sortira du bain lorsqu'elle aura l'intensité voulue, puis on la fixera.

Cependant l'expérience a montré, et cette observation est de la plus haute importance, qu'avec les papiers au bromure, le développement ne doit jamais languir; la pureté des blancs, le brillant de l'image ne sont obtenus qu'avec une pose normale. Il ne faut pas trop compter sur la prolongation du développement pour corriger la sous-exposition. Dans ce cas, on n'obtient que des images incomplètes, le plus souvent colorées en jaune ou en vert, c'est-à-dire inutilisables. Ce résul-

tat est dû à la constitution même de la couche sensible qui est très mince, tandis que, dans les plaques au gélatino-bromure, elle est beaucoup plus épaisse. Si, dans ce dernier cas, la prolongation dû développement peut avoir quelques chances de succès lors d'un manque de pose, il n'en sera pas de même avec le papier. Comme il sera très facile dans l'espèce, après un ou deux essais, de déterminer la pose normale, il conviendra de chercher à la réaliser dans tous les cas. Dans ces conditions, le développement sera très rapide, et sa durée ne devra pas dépasser 60 secondes environ.

D'autre part, en opérant dans des conditions rigoureusement identiques : même source de lumière, même distance, même temps de pose, même révélateur, on pourra arriver à réaliser l'automatisme du développement, chose capitale pour obtenir une régularité de tirage absolue.

Expliquons-nous sur ce point. Il est très facile de noter le temps de développement qui est nécessaire pour obtenir une épreuve irréprochable, et il suffira de développer les autres un même temps sans avoir la peine de suivre la venue de l'image. Il ne faudra pas cependant oublier que le bain révélateur se modifie légèrement après le développement de chaque épreuve. Si l'on doit révéler une grande quantité d'épreuves et si l'on désire un tirage bien uniforme, il faudra de temps en temps rafraîchir le révélateur par une petite addition de bain neuf. On pourrait encore augmenter légèrement la pose ou la durée de développement sans rien rajouter au bain ; mais cette manière de procéder est moins bonne à notre avis, parce que l'on sait que plus un révélateur s'use, plus les images deviennent

dures; on n'obtiendrait donc pas la régularité de tirage cherchée. On doit donc de préférence renforcer de temps en temps le bain révélateur.

Le fixage des épreuves au bromure se fait très rapidement, et il faut même avoir soin que l'épreuve baigne bien dans l'hyposulfite de soude, sinon il se produira infailliblement des taches jaune-brunâtre qu'il sera impossible de faire disparaître.

Le lavage paraît se faire plus facilement que celui des papiers à l'albumine et au citrate. En employant le procédé indiqué par MM. Lumière et Seyewetz, et qui consiste à changer fréquemment les épreuves d'eau en ayant soin de bien les égoutter et de les presser après chaque lavage, l'opération peut être terminée en quelques minutes.

Il est du reste très facile de se rendre compte si l'hyposulfite de soude est bien éliminé : il suffira de laisser égoutter l'épreuve dans une solution diluée de permanganate de potasse. Cette solution, qui est rose. sera décolorée par la moindre trace d'hyposulfite. Le lavage sera terminé lorsque la coloration du permanganate ne sera plus modifiée.

D'après nos observations personnelles. la stabilité des diapositives au gélatino-bromure paraît de beaucoup supérieure à celle des papiers à image apparente que l'on traite par le virage et le fixage.

Pour toutes ces raisons, l'emploi du papier bromure se généralise de plus en plus. Il est en effet très intéressant de pouvoir obtenir rapidement une ou plusieurs épreuves d'un négatif que l'on vient d'exécuter. En tenant compte de la durée de séchage. qui est toujours assez longue avec les plaques au gélatino-bro-

mure, de celle du tirage à la lumière naturelle, du virage, du fixage, du lavage et du séchage, il faut en pratique au moins vingt-quatre heures, et quelquefois davantage, pour avoir une épreuve avec les anciens procédés à image apparente. En se servant de papier bromure, s'il faut compter le même délai pour la dessiccation du cliché, l'obtention de l'épreuve ne demandera que quelques minutes; c'est donc un gain très appréciable.

En résumé, avec les papiers rapides, l'exposition à la lumière est très courte ; une fois le temps de pose bien réglé, on opère avec une sûreté absolue ; enfin le développement est très rapide. Toutes ces conditions font que l'on peut obtenir à n'importe quel moment et d'une façon expéditive, et pour ainsi dire automatique, un nombre quelconque d'épreuves. C'est là du reste le point de départ du tirage industriel du papier bromure et de la *photographie au kilomètre* dont il sera parlé dans un instant.

Applications du tirage rapide sur papier bromure. — En dehors du reportage photographique, qui recourt à tout instant au tirage rapide du négatif, il est une autre application que nous ne pouvons passer sous silence.

Au service d'Identité Judiciaire, il est souvent nécessaire de tirer très rapidement un certain nombre d'épreuves. Un crime est commis : le service d'identité possède le portrait du coupable ; il s'agit de faire parvenir celui-ci dans le plus bref délai possible aux autorités compétentes, afin de donner le signalement de l'inculpé et de faciliter ainsi son arrestation. A cet effet,

M. Bertillon se sert depuis longtemps du papier bromure et de la lumière artificielle. En général, trois cents épreuves sont nécessaires. On se demande ce qu'il faudrait de jours à la lumière naturelle pour effectuer un tel travail. A la lumière artificielle, avec trois ou quatre employés qui se partagent la besogne, les trois cents épreuves d'un même cliché sont terminées en deux heures et demie environ. Bien entendu, le séchage se fait à l'alcool dans deux bains successifs.

Inutile d'insister davantage sur la supériorité, incontestable dans l'espèce, de la lumière artificielle sur la lumière naturelle.

Tirage extra-rapide d'un positif sur papier au bromure d'argent.

Dans certains cas très pressés, on peut réduire encore la durée des opérations en activant le séchage du négatif. A cet effet, il suffit de plonger celui-ci dans l'alcool absolu et de l'essorer ensuite.

L'alcool s'empare de l'eau contenue dans la couche de gélatine, et lorsque celle-ci est éliminée, le séchage s'effectue très rapidement, surtout si l'on emploie une tournette ou un ventilateur électrique. On peut de cette manière sécher un négatif en quelques minutes. Si l'on veut aller encore plus vite, on peut tirer sur le négatif humide, ainsi que nous l'avons indiqué il y a quelques années. Cette manière de procéder n'est réalisable qu'avec le papier bromure et la lumière artificielle; il ne saurait en être question avec les papiers qui se tirent à la lumière naturelle.

L'artifice à employer consiste à faire tremper au préalable le papier bromure dans de l'eau pure. Au bout de quelques instants et lorsqu'il est bien imbibé, on peut l'appliquer contre le négatif également humide. L'adhérence se produit en passant au dos du papier soit une raclette soit un rouleau de caoutchouc. Une fois l'exposition faite, on remet le tout dans l'eau et, soulevant avec précaution un angle du papier, le détachement se fait sans difficultés. Il n'en serait pas de même si l'on avait l'imprudence d'appliquer le papier sec sur le négatif humide.

En résumé, et c'est ce que nous voulions prouver, l'emploi de la lumière artificielle et des papiers rapides au gélatino-bromure d'argent permet d'obtenir rapidement une épreuve d'un négatif quelques instants après son exécution, résultat que l'on ne saurait réaliser à la lumière naturelle.

Impression des diapositives sur verre.

Au lieu d'être étendue sur du papier, la préparation sensible peut être coulée sur verre. Les plaques de ce genre, au gélatino-chlorure d'argent généralement, servent à faire des épreuves transparentes qui sont utilisées comme vitraux ou principalement pour la projection.

Ces plaques s'impressionnent à une faible lumière artificielle. Suivant la valeur du négatif, la durée d'exposition, à 50 centimètres d'un bec de gaz, peut varier de 30 à 60 secondes environ.

On fait également des plaques positives dites *à ton*

chaud, qui sont beaucoup plus lentes et nécessitent une source de lumière plus intense. On les impressionne en faisant brûler devant le châssis quelques centimètres de magnésium en fil.

Avec ces plaques, comme avec les papiers au bromure, il faut tâcher autant que possible de donner une pose aussi voisine que possible de la normale. Si l'on commet une erreur dans cette détermination, il vaut mieux que ce soit toujours dans le sens de la surexposition que dans celui de la sous-exposition. On sait parfaitement que, lorsque l'action de la lumière n'a pas été suffisante, on ne peut guère compter sur les ressources du développement ; au contraire, si la durée d'exposition a été légèrement dépassée, il sera toujours facile de réduire l'énergie du révélateur ou sa durée d'action.

Appareils pour le tirage rapide des positifs à la lumière artificielle.

L'obtention des positifs à la lumière artificielle sur papier au gélatino-bromure d'argent prend tous les jours une extension de plus en plus grande. La rapidité d'exécution, la sûreté des résultats constituent des qualités maîtresses, lesquelles seront appréciées non seulement par le simple amateur mais encore par le professionnel. Ce dernier, en particulier, trouvera un avantage considérable à ne plus utiliser la lumière naturelle. Au lieu d'un tirage long, fastidieux, délicat à surveiller et quelquefois impossible à effectuer, il lui suffira de quelques secondes pour impressionner, de

quelques minutes pour développer et fixer l'image. Une fois le temps de pose bien déterminé, il sera des plus aisé de tirer un nombre quelconque d'épreuves avec une certitude absolue et une régularité parfaite, résultat qu'il est assez difficile d'obtenir à la lumière naturelle.

Le tirage sur bromure à la lumière artificielle est tellement entré dans la pratique, que l'on construit maintenant des appareils spéciaux pour impressionner les épreuves par ce procédé ; les uns peuvent convenir à l'amateur, les autres au professionnel. Nous allons étudier les uns et les autres.

L'un des premiers imaginés est le *Modern Impressivélographe* de M. Courrier. Cet appareil se compose d'une table portant la source d'éclairage, en l'espèce un bec Auer. Celui-ci est monté sur une planchette coulissante qui sert à l'approcher ou à l'éloigner du châssis positif. Une division métrique, gravée sur la table, permet d'opérer à une distance rigoureusement déterminée.

Le châssis positif se trouve à un emplacement déterminé sur la table; mais il est monté sur une charnière, ce qui permet de l'élever et de l'abaisser. Pour le charger, on l'abat, et à ce moment précis, au moyen d'un renvoi automatique, un écran rouge vient se placer devant la source de lumière. On se trouve alors dans les mêmes conditions que dans le laboratoire ; on procède alors à la mise en place du papier sensible sur le négatif, on referme le châssis et on le redresse. Aussitôt l'écran rouge s'abaisse, et l'impression à la lumière blanche commence.

Une fois le temps de pose bien déterminé par un ou

deux essais préalables, on peut continuer d'une façon suivie et rapide. La table comporte deux tiroirs, l'un pour contenir les feuilles de papier sensible avant l'exposition, l'autre après. Ajoutons qu'un compteur à secondes est installé sur la table, de telle sorte que l'opérateur peut travailler avec la plus grande précision.

Le *Radiophote* de MM. Lumière est basé exactement sur le même principe; mais il est beaucoup moins encombrant que l'appareil de M. Courrier, tout en rendant absolument les mêmes services.

Dans l'appareil de M. Andrieux, dénommé le *Chronobrom*, la source d'éclairage, lampe à pétrole, gaz ou ampoule électrique, est placée à l'intérieur du meuble, et au moyen d'un miroir placé à 45 degrés elle vient éclairer un cadre dans lequel on place le cliché. On applique alors le papier sensible et on rabat le volet de pression, qui assure un contact parfait.

La fermeture du volet commande automatiquement un obturateur de lumière dont on règle la durée de fonctionnement au moyen d'un frein à air. Lorsque l'on ferme le volet, l'obturateur admet la lumière; aussitôt que l'exposition réglée d'avance est terminée, il supprime la lumière, et le volet de fermeture s'ouvre automatiquement.

La personne chargée de la conduite de cette machine n'a qu'à placer la feuille sur le cliché et à rabattre le volet; dès que celui-ci s'ouvre, il enlève la feuille impressionnée et lui en substitue une autre, et ainsi de suite. On arrive avec cet appareil à un excellent rendement.

Dans l'appareil *le Rêve*, construit par M. Soulat[1], l'inventeur emploie deux ampoules électriques, l'une blanche et l'autre rouge. Le courant est envoyé automatiquement dans l'une ou dans l'autre au moment voulu. On peut également régler la durée d'exposition de manière à obtenir des expositions rigoureusement identiques.

Appareils pour le tirage industriel des positifs à la lumière artificielle.

Les appareils que nous venons de décrire permettent, comme on l'a vu, d'exécuter rapidement l'impression du papier sensible. A ce point de vue, ils ont un excellent rendement; mais la suite des opérations ne pourra pas s'exécuter avec la même rapidité, car il faut développer, fixer, laver et sécher les épreuves pour ainsi dire une par une. Ils permettront donc un certain tirage relatif, mais non un tirage réellement important; bons pour quelques douzaines d'épreuves, ils ne seront plus pratiques s'il s'agit d'en obtenir des centaines ou des milliers.

C'est alors que l'on a pensé à créer des machines susceptibles non seulement d'impressionner, mais encore de développer, de fixer, de laver et de sécher, toutes ces opérations se faisant d'une façon automatique et non interrompue.

Certaines de ces machines emploient le papier bro-

[1] *La Nature*, 1910, t. I, p. 12.

mure en feuilles du format du négatif, d'autres des rouleaux de ce même papier tels qu'ils sortent de l'émulsionnage.

L'*Automatic photograph printing machine de la H. C. Wite C°* établie à North Bennington (Wermont) appartient à la première catégorie[1].

Elle fonctionne dans le laboratoire noir au moyen de l'électricité. Le négatif étant mis dans un logement spécial, des coussinets à succion prennent successivement les feuilles de papier sensible entassées en pile à leur portée et les amènent au contact du négatif. A ce moment un écran s'ouvre et laisse arriver la lumière d'une lampe Cooper Hewitt. Une fois l'exposition terminée, l'écran se referme et le papier impressionné repris par les coussinets va former une autre pile de l'autre côté. On détermine la durée d'exposition pour chaque nouveau cliché, et une fois la machine réglée le tirage se fait automatiquement et avec une régularité d'impression parfaite.

Une deuxième machine, également actionnée par l'électricité, permet de développer, de fixer, de laver et de sécher les épreuves. A cet effet, une chaîne sans fin cueille les papiers impressionnés les uns après les autres et les fait passer dans les différents bains. Le lavage se fait automatiquement dans de grandes cuves disposées exprès. Celui-ci étant terminé, les épreuves sont mises à la main sur une large courroie faite d'un filet à larges mailles, laquelle passe dans un local chauffé à la vapeur. Avec ce système, elles sont rapidement sèches.

[1] *La Nature*, 1909, t. II, p. 131.

La production avec cet appareil serait, paraît-il, de quinze mille épreuves à l'heure.

Malgré les bons résultats donnés par cette machine, elle nous paraît, sans aucun parti pris, quelque peu compliquée ; d'autre part, la succession des différentes opérations n'est pas rigoureusement automatique, comme elle le sera dans les dispositifs que nous allons décrire et qui utilisent le papier bromure, non plus en feuilles détachées, mais bien en rouleaux de grande longueur.

En 1895, la nouvelle *Société photographique de Schöneberg,* près de Berlin, installe une usine pour l'obtention industrielle des épreuves sur papier au gélatino-bromure d'argent. Cette usine peut livrer par jour des milliers d'épreuves ; elle utilise des rouleaux de $0^{m},64$ de large.

M. Gaedike[1], qui signale cette nouvelle installation, appelle cette nouvelle industrie *la photographie au kilomètre*, désignation qui paraît absolument justifiée.

Le papier se déroule dans une machine à exposition, où il est impressionné sous le négatif à la lumière artificielle. Il passe ensuite au développement, au premier lavage, au fixage, puis dans un bain d'alun et enfin au dernier lavage. Il arrive ensuite dans un séchoir et, à l'extrémité de la pièce dans laquelle est installée cette machine, il vient s'embobiner absolument sec sur un rouleau récepteur.

Chaque image parcourt dans ces différentes opérations environ cent mètres et elle met une heure pour faire ce trajet. Cette machine permet d'impressionner

[1] *Photographisches Wachemblatt,* 29 janvier 1895.

mille mètres de papier bromure par jour. On peut se rendre facilement compte du rendement de cette machine, car, seul le cas tout à fait exceptionnel où l'on aurait à tirer un négatif de grandes dimensions, on assemble dans la pratique un certain nombre de petits négatifs de façon à utiliser toute la largeur du rouleau de papier sensible. Une seule précaution à prendre dans ce cas, c'est d'assortir les négatifs de manière qu'ils aient autant que possible une même intensité.

En 1897, M. Schaeffner présente à la *Société française de photographie*[1] une collection importante de portraits dus à nos meilleurs professionnels et reproduits automatiquement sur papier au gélatino-bromure d'argent Bromaryt à la lumière électrique. Le développement et le fixage sont obtenus au moyen d'une machine rotative actionnée par l'électricité.

Nous citerons en dernier lieu un appareil présenté par M. Krebs et dénommé le *Thébugraf*[2]. Cet appareil permet le tirage automatique de la carte postale sur un rouleau de papier sensible de quinze mètres de longueur.

Comme conclusion, nous devons reconnaître que la photographie au kilomètre n'a pu être réalisée que grâce à l'emploi de la lumière artificielle et des papiers rapides au bromure d'argent.

Cette nouvelle industrie ne portera pas cependant préjudice aux procédés photomécaniques de reproduction, tels que la photocollographie, l'héliogravure, la

[1] *B. S. F. P.*, 1897, p. 62.

[2] *Ibid.*, 1910, p. 389.

simili-gravure, car ces procédés, qui, eux aussi, sont industriels, ont une supériorité éclatante : c'est de donner des images inaltérables. Or ce n'est pas le cas pour les épreuves au bromure, dont la stabilité n'est pas assurée d'une manière certaine.

Il ne faut pas se dissimuler cependant que, dans certains cas, la photographie rapide sur bromure aura elle aussi des avantages non discutables, mais d'un tout autre genre. A notre époque, où le document photographique a une importance que l'on ne saurait méconnaître, où la curiosité du public est inlassable, un problème se pose : c'est celui de faire paraître le plus vite possible le document photographique à un nombre quelconque d'exemplaires.

Les procédés photomécaniques qui, après l'exécution de la planche originale, n'ont plus besoin du concours de la lumière, peuvent résoudre à la rigueur le problème, mais avec un retard fatal : c'est celui qui provient de la nécessité d'exécuter la planche. Comme celle-ci doit obligatoirement être exposée à la lumière sous le négatif, s'il fait jour, ce sera parfait ; mais s'il fait trop sombre ou que la nuit soit arrivée, on sera impuissant et il faudra recourir à la lumière artificielle. Or, même avec celle-ci, il faudra toujours un certain temps pour obtenir la planche, qu'il n'y aura plus ensuite qu'à tirer à la machine.

Au contraire, avec les machines à tirer les papiers bromure, aussitôt le cliché sec, on peut commencer le tirage à n'importe quel moment, même la nuit. C'est là un avantage dont on ne saurait méconnaître la valeur.

CHAPITRE XV

EMPLOI DE LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE DANS LES PROCÉDÉS PHOTOMÉCANIQUES

Dans tous les procédés photomécaniques, la lumière n'est nécessaire que pour l'obtention de la planche; celle-ci est ensuite tirée par les procédés ordinaires de la lithographie, de la gravure, ou par d'autres spéciaux dont nous allons parler.

Ici encore la question de la lumière va avoir une importance particulière. En effet, si, comme nous l'avons vu, on éprouve à certaines heures de la journée et dans la mauvaise saison de réelles difficultés pour obtenir une épreuve positive, il en sera évidemment de même lorsque l'on voudra insoler sous le négatif la planche de gélatine bi-chromatée, la pierre, le zinc ou le cuivre recouverts des couches appropriées pour la mise en œuvre de tel ou tel procédé.

Le travail sera délicat, incertain et quelquefois même impossible. L'industrie ne saurait s'accommoder de pareils aléas; aussi on a été encore amené à utiliser la lumière artificielle. Ce n'est pas tant que l'on cherche dans le cas présent à réduire la durée d'exposition, ce que l'on désire avant tout, c'est ne pas interrompre le

travail, et alors remplacer par la lumière artificielle la lumière naturelle lorsque celle-ci est insuffisante ou absente.

En principe donc, dans l'industrie, on continue à se servir de la lumière naturelle toutes les fois que cela est possible; en cas contraire, et malheureusement cela arrive encore fréquemment, on aura recours à la lumière artificielle.

Ce qui arrête nombre d'opérateurs de se servir uniquement de la lumière électrique, c'est le prix de revient de celle-ci. On doit employer des arcs puissants qui consomment beaucoup et qu'il faut faire agir chaque fois un nombre plus ou moins élevé de minutes.

Cette question laissée de côté, la lumière artificielle a une qualité qu'on ne saurait passer sous silence, c'est sa constance, sa régularité, alors qu'on n'en saurait dire autant de la lumière naturelle. Cette qualité sera précieuse dans les procédés photomécaniques, car dans ceux-ci il n'est pas possible de suivre la marche de l'insolation, comme dans les procédés à image apparente. La détermination de la durée exacte d'exposition constituera donc en pratique une réelle difficulté, laquelle sera supprimée si l'on se sert de la lumière artificielle.

Du choix de la source de lumière. — Quel que soit le procédé employé, l'industrie photographique n'utilise que la lumière électrique par arc ou encore la lampe à mercure. Nous renvoyons le lecteur à ce que nous avons déjà dit de ces sources de lumière au chapitre XIII. Des expériences qui ont été faites sur notre demande par M. Lévy, il ressort qu'à une même distance d'une lampe Siemens-Schubert à charbons con-

vergents et d'une lampe à mercure Westinghouse (75 centimètres dans l'espèce), le temps d'exposition est sensiblement le même avec ces deux sources d'éclairage. Par contre, si l'on rapproche à $0^m,15$ de la lampe à mercure, ce qui est possible parce qu'elle ne dégage que t ès peu de chaleur, la pose sera diminuée de moitié.

Pour éclairer le lecteur et lui montrer les difficultés que l'on peut rencontrer dans la pratique pour l'insolation des diverses couches sensibles employées dans les procédés photomécaniques, nous allons lui indiquer les temps de pose qui sont nécessaires à la lumière naturelle par beau temps et par belle saison. En se reportant à la table de M. Houdaille, que nous avons reproduite précédemment, il se rendra parfaitement compte de ce qu'il faudra poser à certaines heures de la journée, pendant la mauvaise saison et le mauvais temps. Il comprendra alors sans peine pourquoi il faut recourir assez souvent, dans l'industrie, à la lumière artificielle.

Photogravure au trait. — La couche sensible est constituée soit par le bitume de Judée soit par l'albumine bichromatée.

Avec le bitume et par un beau soleil d'été, il faut une pose de 30 à 60 minutes. Par temps sombre, il faut compter la journée tout entière et quelquefois davantage. Avec l'albumine, qui est beaucoup plus sensible et à laquelle, pour cette raison, on donne actuellement presque toujours la préférence, 1 à 2 minutes suffisent par le soleil ; par mauvais temps et en lumière diffuse, il faudra environ 1 heure.

Similigravure. — On emploie généralement l'albumine ou la gélatine bichromatées.

Par plein soleil d'été, 1 à 3 minutes suffisent; à la lumière diffuse, on compte 1 heure environ.

Si l'on utilise la lumière artificielle, par exemple une lampe à arc de 20 ampères à bas voltage, 5 à 10 minutes d'exposition seront nécessaires à courte distance de la source ($0^m,30$). Avec une lampe à haut voltage, on devra poser sensiblement le même temps. La durée d'exposition est plus longue qu'à la lumière du plein soleil, mais elle est de beaucoup plus courte qu'à la lumière diffuse.

Photocollographie. — Ici on emploie encore la gélatine bichromatée, qui, coulée non plus sur du métal, mais sur une dalle de verre, a une épaisseur bien plus forte que dans les procédés précédents. L'exposition se fait de préférence à l'ombre pour conserver les demi-teintes; dans ces conditions, par une belle lumière d'été et un négatif de densité moyenne, on devra compter de 20 à 30 minutes au moins. Pendant la mauvaise saison, il faudra poser des heures et quelquefois même suspendre tout travail.

Dans ce procédé, divers auteurs signalent qu'il faut éviter l'échauffement de la couche, et ils proposent d'employer les lampes à mercure, lesquelles ne dégagent que très peu de chaleur..

Nous devons cependant reconnaître que, dans la pratique, plusieurs industriels utilisent la lumière électrique par arc sans inconvénients aucuns, à condition d'opérer à une certaine distance. Dans l'installation de M. Lévy, huit lampes Siemens-Schubert à char-

bons convergents et munis de réflecteurs éclairent une vaste table qui a 2m,40 sur 2 mètres, sur laquelle sont placés tous les châssis à insoler. La distance des lampes est de 0m,75. Dans ces conditions, il faut compter environ 30 minutes pour insoler la planche photocollographique. C'est sensiblement le même temps qu'à la lumière naturelle dans les conditions les plus favorables.

Photolithographie et photométallographie. — Dans ces procédés, on impressionne directement sur pierre ou métal, ou on opère par report sur ces deux mêmes supports.

Par un beau soleil et en été, la durée de pose, pour un négatif de traits, est de 2 à 5 minutes ; 10 à 20 minutes à l'ombre.

Photoglyptographie. — La couche sensible est toujours constituée par de la gélatine bichromatée, mais celle-ci est appliquée sur cuivre.

Les temps de pose sont sensiblement les mêmes que précédemment.

La lumière artificielle n'a pas pris, comme on le voit, une part prépondérante dans l'insolation des planches photomécaniques ; mais elle est tout de même employée plus fréquemment qu'on ne pourrait le croire. Plus on réalisera de perfectionnements dans la production d'arcs électriques de grande puissance, plus le domaine de la lumière artificielle prendra d'importance dans la photographie industrielle.

Il ne faut pas oublier d'ailleurs que la possibilité

d'opérer à n'importe quel moment et avec une sûreté absolue sont des qualités tellement précieuses, que nous sommes persuadé que, dans un temps donné, la lumière artificielle, ici comme ailleurs, aura détrôné la lumière naturelle.

Exécution des contretypes à la lumière artificielle.

Une opération qui est très intéressante au point de vue industriel, c'est celle des contretypes. Dans le langage photographique, on entend par le mot contretype la copie directe soit d'un négatif soit d'un positif. On va se demander tout d'abord quelle peut être l'utilité de cette opération. Personne n'ignore que, dans la plupart des procédés de reproduction photomécaniques, si l'on se se vait du négatif original, on obtiendrait une image inversée, c'est-à-dire la droite à la gauche, et réciproquement. Un tel résultat ne saurait être admissible, et l'on est conduit obligatoirement à se servir d'un négatif renversé comme point de départ. Dans ces conditions, l'épreuve sera remise dans le bon sens.

Ces explications prouvent la nécessité de l'exécution du contretype. Nous n'ignorons pas que, dans l'industrie, on arrive au même résultat par un autre procédé, qui consiste à séparer le cliché du support verre, à le pelliculer en un mot, puis à le retourner tout simplement lors de la mise en châssis. Le pelliculage est très pratique évidemment : il permet l'assemblage d'un plus ou moins grand nombre de négatifs ; on peut don-

ner la pression nécessaire pour obtenir un contact absolument intime entre le négatif et la planche, toutes choses qui sont assez délicates avec le cliché sur verre. Mais il ne faut pas oublier qu'il est des négatifs qui ont une valeur inestimable, car on ne pourrait les refaire et qu'il peut être dangereux de les pelliculer. Bien que cette opération se fasse couramment aujourd'hui, il y a toujours un léger risque à courir, puis il faut reconnaître que le négatif pelliculé se conserve mal ; il se gondole, se fendille quelquefois et devient par suite inutilisable.

Par l'exécution d'un contretype, on évitera tous ces inconvénients, et le négatif original restera intact. Cette question a donc réellement une véritable importance.

Deux méthodes ont été proposées pour l'obtention des contretypes : la première consiste, après une insolation convenable, à inverser l'image au moyen d'un bain de bichromate de potasse ; la seconde met à profit le phénomène si curieux de la surexposition découvert par Janssen. Dans l'une ou l'autre de ces méthodes ou de leurs variantes, la seule difficulté que l'on rencontre, c'est de déterminer dans chaque cas le temps d'exposition qui est nécessaire pour obtenir le meilleur résultat. En effet, les qualités de la nouvelle image dépendent uniquement de l'exacte impression de la couche sensible.

Nous nous sommes particulièrement occupé du second procédé[1], et sommes arrivé à cette conclusion que, par l'emploi de la lumière artificielle, on pouvait

[1] A. Londe, 2, p. 156.

obtenir des résultats absolument certains, tandis qu'à la lumière naturelle, on éprouve toujours plus d'incertitudes. Nous nous servions de magnésium en ruban. Sutton avait proposé également d'opérer ainsi. Depuis, M. Lansiaux[1] a confirmé d'une façon absolue les avantages qu'il y avait à exécuter les contretypes à la lumière artificielle; il se sert de l'éclair magnésique.

Dans cette question toute spéciale, l'emploi de la lumière artificielle donnera une sûreté de travail qu'il est impossible d'obtenir autrement.

[1] *B. S. F. P.*, 1895, p. 198.

TROISIÈME PARTIE

APPLICATIONS DIVERSES DE LA PHOTOGRAPHIE A LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE

CHAPITRE XVI

LE PORTRAIT A LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE

Dès les premiers essais de photographie, soit à la lumière électrique, soit à l'éclair magnésique, l'exécution du portrait fut reconnue possible ; mais les résultats laissaient à désirer, parce que l'on utilisait l'éclairage direct desdites sources de lumière. De là une dureté inévitable de l'image, des ombres trop brutales, toutes choses qui ne ressemblaient nullement aux effets si doux et si modelés réalisés dans l'atelier vitré du photographe.

Or, de même que l'on ne saurait obtenir d'images réellement satisfaisantes à la lumière brutale du soleil frappant directement le modèle, que l'on a reconnu la nécessité de travailler à la lumière réfléchie et diffusée, il faudra procéder de même avec la lumière artificielle.

Dans ces conditions, celle-ci est susceptible de remplacer complètement la lumière naturelle et de donner des résultats aussi parfaits. La démonstration est faite, et l'on ne compte plus à l'heure actuelle le nombre des photographes qui n'opèrent qu'à la lumière artificielle.

Le grand avantage qui résulte pour le professionnel de l'emploi de la lumière artificielle, c'est qu'il peut travailler à n'importe quel moment et avec une précision qu'il était souvent difficile d'obtenir avec la lumière naturelle. En effet, comme nous l'avons dit maintes fois dans le cours de cet ouvrage, avec la lumière artificielle, la question de la détermination du temps de pose n'existe plus.

Ces deux qualités : possibilité de pouvoir travailler à tout instant, automatisme de la durée d'exposition, sont tellement précieuses, qu'elles assurent sans conteste, pour l'exécution du portrait, le triomphe tout prochain de la lumière artificielle sur la lumière naturelle.

Ateliers à la lumière artificielle.

Les diverses sources de lumière artificielle qui peuvent être employées par le professionnel pour l'exécution du portrait sont les lampes intensives à gaz, la lumière électrique et la lumière magnésique. Nous allons les étudier successivement.

1° Ateliers à la lumière des becs de gaz intensifs. — Nous avons rapporté dans le chapitre II

les expériences faites à Londres en 1879 par M. Law, qui se servait de soixante-huit becs intensifs du système Wigham. Depuis l'apparition du bec Auer, celui-ci a été utilisé par diverses personnes pour l'exécution du portrait.

Nous citerons également un appareil qui a été mis dans le commerce sous le nom de lampe *Poweyul* au gaz incandescent (fig. 41). Il se compose d'un pied à coulisse, lequel porte une batterie de douze becs de gaz incandescents groupés sous un réflecteur métallique. Deux autres becs placés plus bas servent à éclairer les dessous des yeux, du nez et du menton. La lumière obtenue est très douce, et la durée d'exposition suffisamment courte pour que ce dispositif réponde à tous les besoins de la pratique.

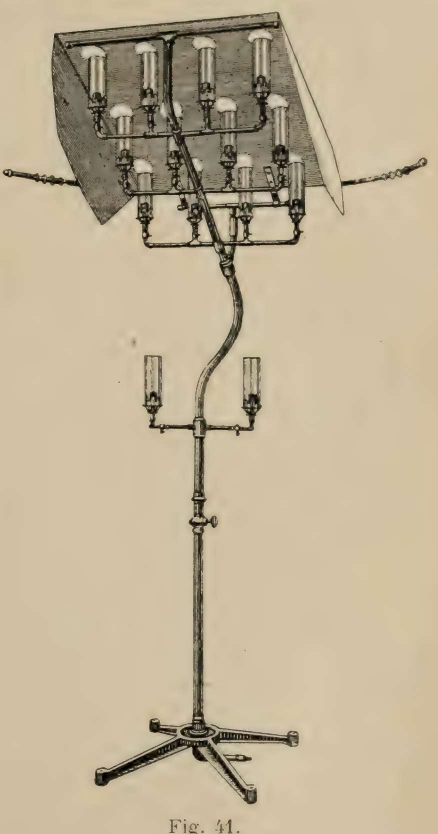


Fig. 41.

Dans une installation professionnelle, il n'y a qu'à multiplier le nombre des lampes jusqu'au moment où

l'on aura une intensité suffisante pour pouvoir opérer en un temps assez court. On disposera des deux côtés du modèle des batteries de lampes ; mais ces dernières devront être en nombre inégal, pour éviter la platitude de l'éclairage. Une autre batterie pourra être également placée au-dessus et en avant du modèle, pour donner l'éclairage d'en haut. Des écrans opaques seront interposés entre toutes ces batteries et la chambre, de manière à ce qu'aucun rayon direct ne puisse pénétrer dans l'objectif.

Le seul inconvénient de ce dispositif, c'est qu'il développe une chaleur considérable ; aussi il est tout indiqué de ne faire brûler en plein qu'un certain nombre de lampes, de façon à pouvoir effectuer la mise au point et disposer le modèle. Toutes les autres resteront momentanément en veilleuse ; mais un robinet spécial permettra de les ouvrir en grand juste au moment de la pose. Nous n'avons pas pu savoir s'il existe des installations de ce genre en France ; mais, à l'étranger, il y en aurait plusieurs, paraît-il.

2° **Ateliers à la lumière électrique.** — Trois systèmes de lampes sont employés, savoir : les lampes à incandescence, les lampes à arc et enfin les lampes à mercure. Chaque système a ses partisans convaincus ; mais nous devons reconnaître de suite impartialement qu'avec l'un ou l'autre, et dans des mains habiles, les résultats sont sensiblement les mêmes.

A. — *Emploi des lampes à incandescence.*

En employant un nombre de lampes à incandescence suffisamment élevé et en les disposant en batteries de façon à éclairer convenablement le modèle, il sera très facile d'obtenir d'excellents portraits avec une durée d'exposition assez courte pour que cette application soit réellement pratique. A Paris actuellement, dans divers établissements, on exécute des portraits avec un panneau éclairant composé de trente-six lampes à incandescence.

Jusqu'à présent on n'avait guère fait d'essais avec ces lampes, parce qu'au régime normal adopté pour l'éclairage public, elles produisent une lumière plutôt jaune et, par suite, peu favorable pour la photographie. Mais depuis on a fabriqué de nouvelles lampes qui donnent une lumière beaucoup plus blanche; enfin, et c'est le point le plus important, on a constaté que l'actinisme des lampes variait dans des proportions très notables avec le voltage[1].

Maintenant que l'on trouve l'électricité un peu partout, l'exécution du portrait à la lumière artificielle apparaît comme la solution la plus simple et la plus pratique pour le professionnel. On disposera un certain nombre de rampes ou de panneaux éclairants au-dessus du modèle et sur les côtés, et au moyen de commutateurs spéciaux on allumera tel ou tel panneau, pour obtenir l'éclairage voulu.

[1] L. Lobel. Sur la variation de la valeur actinique des lampes à incandescence en fonction du voltage. *B. S. F. P.*, 1913, p. 126.

Il n'est pas nécessaire, pendant tous les préparatifs de la pose, de faire fonctionner l'éclairage total; un certain nombre de lampes restent allumées, pour permettre d'effectuer la mise au point, disposer le modèle, etc. Au moment d'opérer, le courant est envoyé dans toutes les lampes; on pose et on éteint le grand éclairage.

Toutes les lampes sont dépolies, et le panneau qui les supporte est peint en blanc, de façon à former réflecteur. Avec cette large surface lumineuse, il n'est pas besoin d'un diffuseur. Bien entendu, si l'on se sert d'un double éclairage latéral, celui qui correspond au côté de l'ombre doit comprendre un moindre nombre de lampes; si l'on n'emploie qu'un éclairage latéral, il faudra faire usage d'écrans réflecteurs disposés du côté opposé.

B. — *Emploi des lampes à arc.*

La lampe à arc a été employée depuis longtemps pour l'exécution des portraits, parce qu'elle donne une lumière des plus intenses et qu'elle est très riche en radiations bleues et violettes. Nous avons déjà décrit les installations de Liebert et de Walery; inutile d'y revenir.

Aujourd'hui, contrairement à ce que l'on faisait au début, on revient à l'éclairage direct mais avec interposition d'un écran diffuseur formé généralement d'un verre dépoli légèrement teinté en bleu. Cet écran tamise parfaitement la lumière et celle-ci est facilement supportée par le modèle, ce qui n'est pas le cas

lorsque ce dernier est éclairé directement par l'arc électrique.

Naturellement on utilisera toujours les écrans latéraux et plafonniers. C'est là, du reste, où se révélera le talent de l'opérateur, qui saura disposer de la lumière artificielle comme il dispose de la lumière naturelle dans l'atelier. Mais cette étude sortirait du cadre de cet ouvrage lequel a pour but de montrer ce que l'on peut obtenir à la lumière artificielle sans entrer dans des détails opératoires, qui ont évidemment une grande importance sur le résultat final mais sont affaire de métier entre les mains d'un professionnel habile.

Disons maintenant, avant d'examiner les divers types de lampes à arc, qu'il y a deux écoles parmi ceux qui font du portrait à la lumière artificielle : les uns préconisent l'emploi d'une lampe unique; les autres, au contraire, sont partisans de la multiplicité des foyers. Les premiers prétendent que, dans le portrait, on doit toujours voir d'où vient l'éclairage et que l'on ne peut obtenir ce résultat que par une source unique; les autres disent que ce raisonnement n'est pas juste, et qu'à la lumière diffuse de l'atelier, qui représente par suite une source éclairante très étendue, on obtient bien tous les effets d'éclairage voulus par le jeu convenable des rideaux et des écrans. La chose n'est évidemment pas discutable. Ils proposent alors d'employer un plus ou moins grand nombre de lampes à arc. Nous verrons dans un instant que, dans l'éclairage magnésique, nombre d'auteurs sont partisans également de l'extrême division de la source lumineuse.

Comme lampes électriques établies spécialement pour

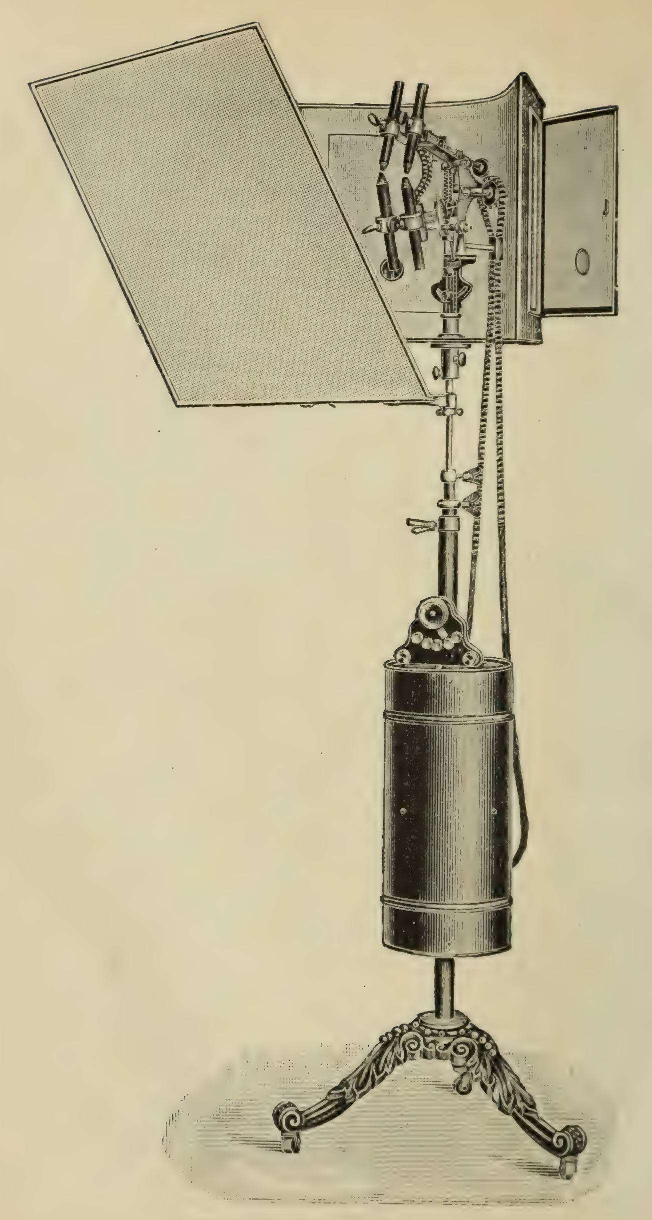


Fig. 42. — Lampe Union.

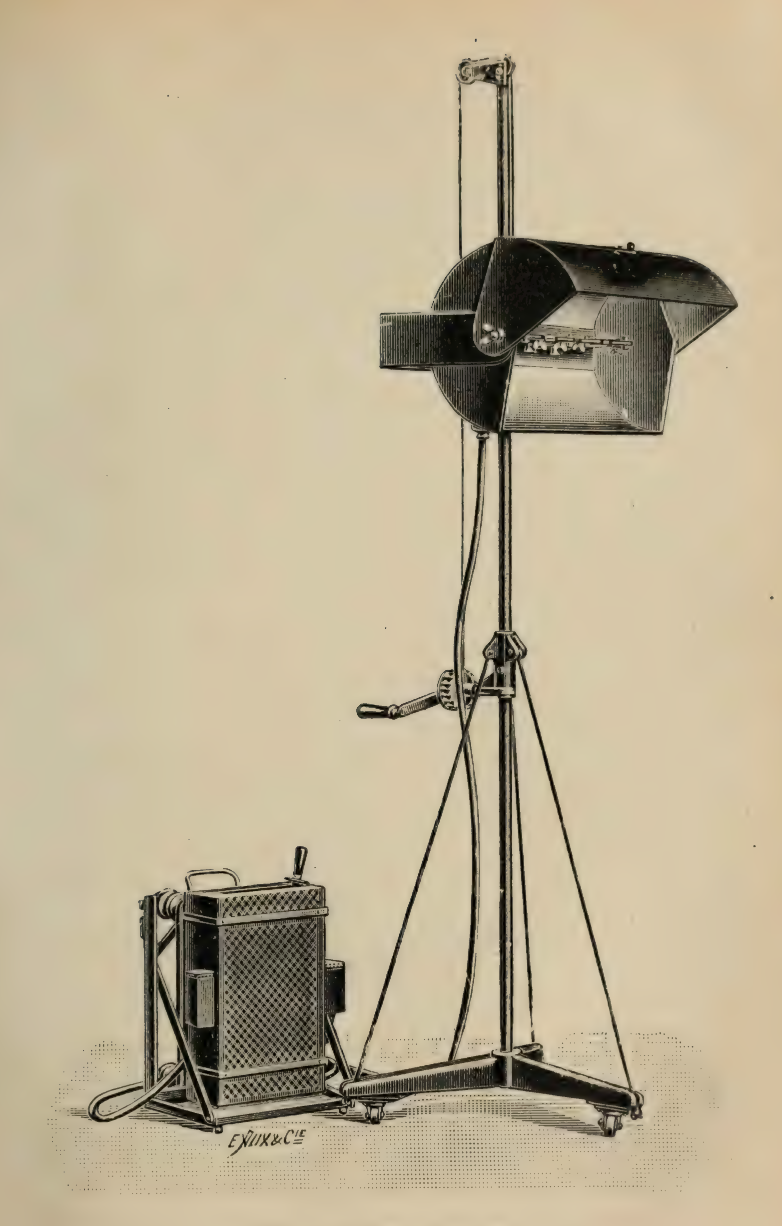


Fig. 43. — Lampe Jupiter.

les usages photographiques, nous rappellerons celles que nous avons déjà indiquées dans le chapitre XII et qui servent à la fois pour l'impression des papiers à image apparente et pour le portrait, la lampe *Union* (fig. 42), la lampe *Jupiter* (fig. 43). Cette dernière est très employée actuellement dans les ateliers des professionnels, et elle donne d'excellents résultats. Elle est installée sur un trépied mobile, ce qui permet de la déplacer facilement. Au moyen d'un petit treuil, on peut la placer à la hauteur voulue. Elle comprend deux arcs juxtaposés réglés par un dispositif automatique; ces deux arcs sont contenus dans un réflecteur hémi-cylindrique dont la partie antérieure peut s'ouvrir à volonté plus ou moins; on obtient ainsi une plage lumineuse plus ou moins importante, qui permettra d'obtenir les effets les plus variés. L'intensité de l'éclairage est réglée au moyen d'une boîte de résistance intercalée dans le circuit. Pour la mise au point, on se sert d'une lumière moyenne puis, au moment de la pose, on donne le maximum d'éclairage. Avec 20 à 25 ampères, on fait couramment le portrait; pour les grands groupes, il faut de 30 à 35 ampères. Dans ces conditions, on peut même exécuter des poses instantanées. Les lampes *Jupiter* sont fournies pour tous genres de courants.

La lampe *Régina* (fig. 44) a la particularité de fonctionner en vase clos, et à son régime normal elle donne une intensité suffisante pour disposer le modèle et effectuer la mise au point. Au moment d'opérer, un mécanisme spécial, mû par une pédale, permet de donner le maximum d'éclairage pendant le temps voulu. Avec un objectif à portraits travaillant à f/6 et un

courant de 15 à 20 ampères, la pose n'est guère que de 1 à 3 secondes[1].



Fig. 44. — Lampe Régina.

Toutes ces lampes sont munies d'un réflecteur, pour récupérer la plus grande partie possible des rayons qui

[1] *B. S. F. P.*, 1910, p. 161.

s'échappent dans toutes les directions, et d'un écran diffuseur pour tamiser la lumière.

Pour ceux qui sont partisans de la multiplicité des foyers lumineux, on pourra employer des lampes à arc d'un système quelconque, à condition d'en prendre le nombre voulu pour avoir l'intensité suffisante.

Comme installation modèle de ce genre, nous citerons celle que vient de faire à Paris M. L. Rancoule (fig. 45).

Dans une pièce de dimensions moyennes, et nous aurons à revenir sur ce détail par la suite, M. Rancoule dispose comme d'habitude le fond à la place habituelle; les deux côtés de l'atelier sont des murs blanchis à la chaux qui serviront de réflecteurs. L'éclairage est assuré par des lampes électriques qui sont disposées au plafond de façon à donner un éclairage d'en haut. Ces lampes, du système Bénard à charbons convergents, sont disposées au nombre de quatre sur un chariot qui peut se déplacer parallèlement au modèle. Cette première disposition permet d'obtenir à volonté l'éclairage de droite ou de gauche. Les lampes étant installées sur le chariot perpendiculairement au modèle et étant indépendantes les unes des autres, on pourra, suivant le nombre de lampes allumées et leur position, obtenir tous les effets d'éclairage.

L'auteur n'utilise pas naturellement la lumière directe de ces lampes, mais bien la lumière diffusée d'une part et réfléchie de l'autre. A cet effet, un écran plafonnier, en étoffe blanche et tout à fait analogue à un ciel de lit, est placé au-dessous des lampes et par conséquent au-dessus du modèle. On obtiendra ainsi en quelque sorte un plafond lumineux donnant l'éclai-

rage d'en haut et de droite ou de gauche, suivant la position des lampes. Celles-ci, venant d'autre part frapper directement les deux côtés de l'atelier, donneront ainsi l'éclairage latéral.

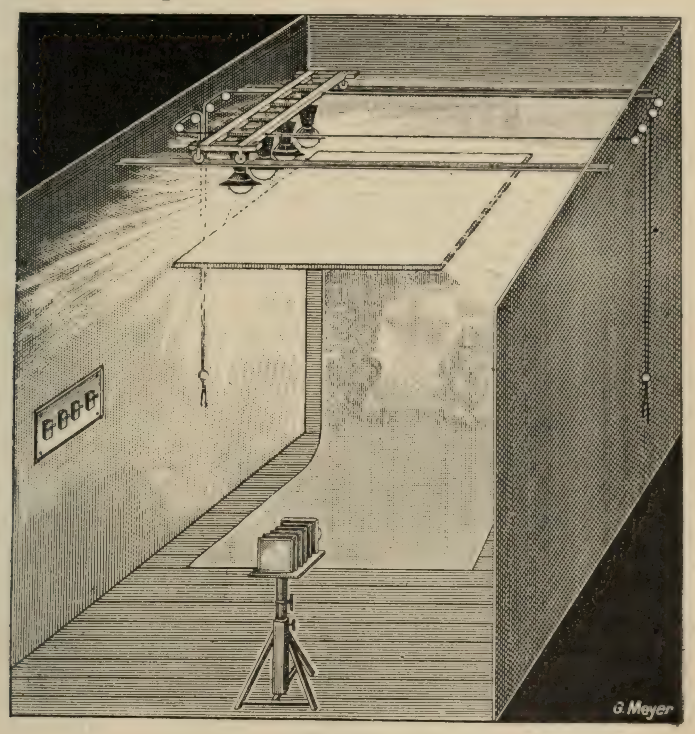


Fig. 45.

L'auteur emploie généralement deux lampes, et la pose est de 1 à 2 secondes avec un objectif ouvert à f/5. Avec trois lampes, il suffit d'ouvrir et de fermer l'obturateur, soit 1/4 de seconde environ.

Cette installation d'atelier nous paraît très bien comprise.

C. — *Emploi des lampes à mercure.*

Certains opérateurs donnent la préférence aux lampes à mercure, qui sont plus simples à manier que les lampes à arc et qui produisent une lumière très douce et très diffusée à cause de l'étendue de la source lumineuse.

Il faut, en général, compter au moins cinq lampes à mercure pour exécuter pratiquement le portrait; dans ces conditions, il suffit de 1 à 3 secondes pour faire la carte-album.

Au Service Anthropométrique, M. Bertillon se sert également de lampes à mercure pour prendre les portraits signalétiques des prévenus qui passent tous les jours à l'Identité Judiciaire.

L'emploi de la lumière artificielle est ici particulièrement intéressant quand on pense qu'il est exécuté tous les jours dans ce service une moyenne de soixante à quatre-vingts clichés en double (face et profil).

D'aucuns reprochent à la lumière produite par les lampes à mercure de donner une teinte blafarde et pour ainsi dire cadavérique au modèle, puis de ne pas traduire très exactement les différentes valeurs de l'original. Ces remarques sont exactes, et l'on aura avantage à corriger la dominante de la lumière à mercure par l'interposition d'écrans transparents légèrement teintés en rose.

Dans le théâtre cinématographique de la maison Pathé, où l'on emploie exclusivement les lampes à mercure, on corrige la lumière produite par celles-ci

par l'addition de batteries des lampes à arc à filament métallique qui donnent un éclairage franchement jaune et qui, employé seul, serait déplorable au point de vue photographique.

D. — *Emploi de la lumière Moore.*

En terminant, nous serions incomplets si nous ne parlions pas d'une autre source de lumière qui est assez analogue à celle des lampes à mercure et qui pourra sans doute être utilisée quelque jour en photographie, nous voulons parler de la lumière Moore.

On envoie un courant alternatif de haute tension dans un long tube de verre dans lequel on a fait le vide presque absolu, mais qui ne contient pas de mercure, comme la lampe de ce nom. Ce tube est en somme un tube de Geissler de dimensions exceptionnelles; il en diffère cependant par l'adjonction d'une soupape électrique qui admet du gaz automatiquement au fur et à mesure des besoins, pour rendre constante la pression intérieure. C'est grâce à ce dispositif, qui empêche le tube de durcir par l'usage, que la lumière Moore a pu devenir pratique.

Si le tube est rempli d'azote, il donne une lumière rosée; s'il contient de l'acide carbonique, la lumière obtenue sera blanche et pourra être utilisée en photographie. M. Schrott[1] a fait à ce sujet des essais comparatifs intéressants entre cette lumière et celle du jour.

[1] *Zeitschr. für wissenschaftl. Photog.*, avril 1912, p. 27.

Le tube qui a servi pour ces expériences avait une longueur de 5 mètres et il donnait 500 bougies.

A la suite d'essais spectrographiques et d'impressions sous des écrans trichromes, l'auteur a trouvé que la composition spectrale de cette lumière était presque pareille à celle de la lumière blanche réfléchie par les nuages.

Voici les chiffres obtenus :

	BLEU	VERT	ROUGE
Lumière Moore . .	100	13,4	6,9
Jour nuageux	100	17,4	6,0

Cette lumière, comme on le voit, a une légère dominante verte.

3° Ateliers à la lumière du magnésium. — La photographie à la lumière du magnésium a pris depuis quelques années une extension considérable, et nombre de photographes s'en servent d'une façon habituelle.

Les questions qu'il a fallu résoudre dans la pratique sont les suivantes : 1° production de l'éclair magnésique dans un dispositif entièrement clos, mais en communication avec l'extérieur pour la facile et constante évacuation des produits de combustion ; 2° diffusion convenable de la lumière ; 3° commande simultanée de l'obturateur et de l'éclair magnésique.

Nous allons examiner ces divers points successivement ; mais notons tout d'abord que l'on peut employer

soit le magnésium pur, soit les photopoudres. Cependant, en général, on donne la préférence à ces derniers. Leur combustibilité est certainement meilleure, et, d'autre part, l'expérience a montré qu'il y avait grand intérêt à diviser la charge et à avoir plusieurs foyers lumineux. Or s'il est très facile de faire partir plusieurs éclairs simultanément en employant les photopoudres et le courant électrique, l'allumage de plusieurs charges de magnésium pur sera autrement délicat et compliqué. Nous verrons cependant par la suite qu'il a été réalisé des appareils de ce genre.

A. *Évacuation des produits de combustion.*

Pierre Petit proposait, il y a quelques années[1], de faire partir l'éclair dans une sorte de hotte surmontée d'un large tuyau aboutissant à l'extérieur (fig. 46). A la partie antérieure de la hotte et face à la charge, on dispose un grand écran réflecteur de $2^{m},50$ sur $3^{m},50$. Le modèle est placé face à cet écran et légèrement en arrière de la hotte. Pour éviter qu'aucun rayon direct ne puisse frapper le modèle,

Fig. 46.

H. Hotte. — C. Cheminée d'évacuation.
E. Écran réflecteur.

[1] PIERRE PETIT, 2.

on interpose entre lui et la source un écran opaque à inclinaison variable; le modèle n'est donc éclairé que par la lumière renvoyée par le grand écran réflecteur. L'auteur employait de plus des deux côtés des rideaux blancs coulissant sur des tringles, de façon à augmenter ou à diminuer à volonté l'éclairage latéral.

Il y a dans cette description quelques points intéressants pour l'amateur, qui pourra réaliser très facilement ce dispositif. Par contre, nous croyons que l'évacuation des fumées laissera quelque peu à désirer, la hotte n'étant pas close à la partie inférieure.

M. Boyer a proposé un modèle d'atelier qui est des plus simples et a l'avantage d'être démontable et portatif (fig. 47). Cet appareil lui sert pour exécuter des portraits à domicile. Le modèle est placé dans une sorte de tente en toile qui n'a pas de paroi antérieure; une deuxième tente plus grande recouvre la première, de manière qu'il y ait entre elles deux un vide d'au moins 50 centimètres. Ces deux tentes sont réunies à la partie antérieure de façon à constituer une cavité complètement close et qui sera en communication avec l'extérieur au moyen d'une manche souple en étoffe que l'on fait déboucher par une fenêtre, par exemple. C'est dans cette cavité que l'on produira l'éclair et que les fumées seront recueillies. Le plafond et les parois de cette tenteé tant en étoffe translucide, la lumière est donc parfaitement diffusée. Des supports disposés sur les côtés et au plafond permettent de faire partir un ou plusieurs éclairs à des emplacements différents, de façon à pouvoir réaliser tous les effets d'éclairage voulus.

L'inflammation se fait électriquement. Il va de soi

que les toiles doivent être ignifugées au moins dans le voisinage des endroits où l'on fait partir les différentes charges.

Avec ce dispositif, M. Boyer a obtenu d'excellents

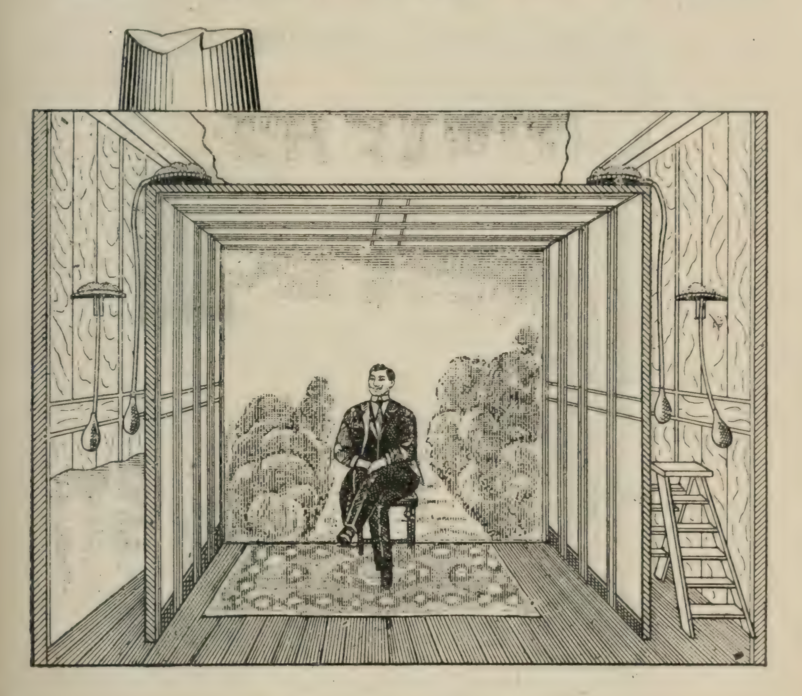


Fig. 47. — Atelier Boyer.

résultats, soit dans les salons, soit au foyer des théâtres pour photographier les artistes isolément.

Au point de vue professionnel et pour une installation fixe, M. Bouillaud a combiné un dispositif qui n'est en somme qu'une lanterne de dimensions exceptionnelles (fig. 48). Ses dimensions sont en effet les

suivantes : hauteur 3 mètres, largeur $2^m,50$ à 3 mètres, profondeur $0^m,80$.

L'arrière et les côtés sont pleins, seul le devant est vitré au moyen de glaces dépolies. Il affecte d'ailleurs



Fig. 48. — Atelier Bouillaud.

une forme particulière : vertical jusqu'à une certaine hauteur du sol, il présente ensuite une surface cintrée qui surplombe quelque peu le modèle, puis il se relève brusquement. Cette partie du vitrage sert à éclairer un écran plafonnier qui renverra la lumière d'en haut.

Tout le meuble est mobile sur un axe, de telle sorte qu'il peut prendre diverses inclinaisons par rapport au modèle, ce qui permet d'obtenir les éclairages les plus variés.

A l'intérieur du meuble se trouvent, à diverses hauteurs, des rampes sur lesquelles on peut placer à tel ou tel endroit les charges de photopoudre contenues dans la gouttière Bouillaud décrite antérieurement (fig. 20).

Suivant l'emplacement et le nombre des foyers lumineux, il est facile d'obtenir tous les effets voulus. L'inflammation est réalisée électriquement au moyen d'accumulateurs et est commandée par l'obturateur lui-même.

L'évacuation des fumées se fait par un fort tuyau qui va déboucher à l'extérieur. M. Bouillaud place dans ce tuyau un bec de gaz allumé, ce qui donne un excellent tirage.

Nous avons vu dans l'appareil de M. Bouillaud que la partie supérieure éclairait un écran plafonnier destiné à réfléchir la lumière par en haut. Ce n'est pas tout, il est encore fait usage d'écrans latéraux de tons variés qui sont placés du côté opposé à la lanterne. On peut ainsi réaliser tous les effets voulus. Pour effectuer la mise au point, placer le modèle et éviter que celui-ci ne soit surpris par la brusque apparition de l'éclair, on installe dans la pièce dans laquelle on opère un fort bec à incandescence. La lumière de celui-ci ne doit pas avoir d'action appréciable sur la plaque sensible pendant le temps très court que l'objectif sera démasqué.

MM. Lumière ont publié également dans leur *Agenda*

un modèle d'installation fixe pour atelier qui est très bien compris (fig. 49 et 50). Il se compose d'une vaste lanterne de 2m,35 de hauteur, sur 1m,90 de large ; profondeur 0m,75 dans la partie inférieure et 1m,55 dans la partie supérieure. Elle est constituée par une carcasse de bois recouverte de forte toile ignifugée,

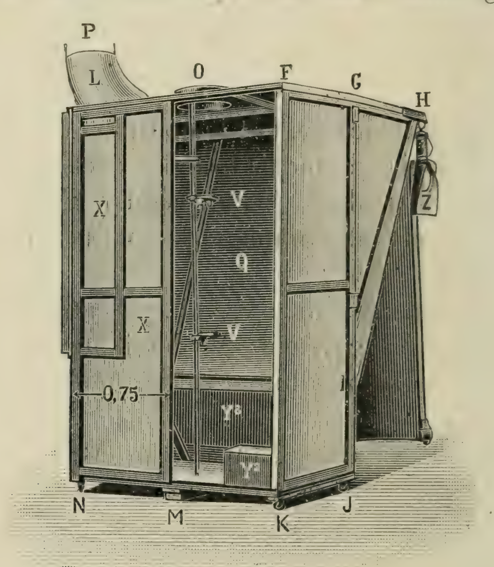


Fig. 49. — Atelier Lumière (profil).

sauf dans la partie antérieure, qui est destinée à former le panneau éclairant ; à cet effet, celui-ci est garni de verres striés dits imprimés n° 12. Ce panneau n'est pas vertical, et à une certaine distance du sol il prend une direction assez inclinée, de façon à surplomber en quelque sorte le modèle. Ses dimensions sont de 2 mètres de hauteur sur 1m,90 de large. Par devant une mousseline légère sert de diffuseur.

A l'intérieur se trouvent deux supports VV, destinés à recevoir des charges de magnésium à des hauteurs différentes, de manière à éclairer le modèle dans toutes ses parties. Pour accéder à ces supports, une porte MK est ménagée dans la partie postérieure. Cette porte a une particularité, c'est qu'elle n'a pas toute la

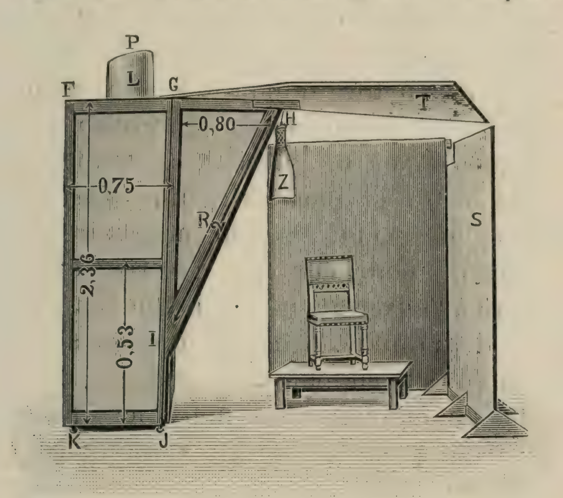


Fig. 50. — Atelier Lumière (face).

hauteur de l'appareil et qu'elle laisse dans le bas un vide de $0^m,20$ de diamètre. Cette ouverture a pour but de permettre un bon appel d'air au moment de l'explosion ; l'évacuation des produits de combustion se fait en O, par une large manche en étoffe ignifugée que l'on met en communication avec l'extérieur.

Les auteurs emploient un réflecteur en arrière des foyers lumineux, puis, en S, un écran réflecteur et, en T, un écran plafonnier.

Une petite lampe à arc placée en Z permet d'effectuer la mise au point et de disposer le modèle.

La charge est étalée dans chaque gouttière sur une longueur de $0^{m},10$ environ ; l'inflammation se fait électriquement par un des dispositifs décrits précédemment.

Cet appareil a été établi spécialement par MM. Lumière pour l'obtention du portrait sur plaques autochromes. Voici, à titre d'indication, les quantités de poudre qui sont nécessaires avec la *Perchlora* et l'écran correspondant. Avec un objectif de $0^{m},30$ de foyer diaphragmé à f/8 et pour faire une tête de $0^{m},05$, 15 grammes de poudre seront nécessaires. Avec le même objectif, pour faire un portrait en pied sur plaque 13/18 à l'ouverture de f/5, il faudra 12 grammes. disposés : 7 grammes dans le support supérieur et 5 grammes dans le support inférieur.

Pour la photographie en noir, les quantités de poudre nécessaires seront bien moins importantes.

Ajoutons en terminant que le meuble que nous venons de décrire est monté sur des roulettes, ce qui permet de le déplacer dans une certaine mesure pour obtenir tel ou tel effet.

Les modèles d'ateliers à la lumière artificielle que nous venons de décrire sont plutôt destinés à des professionnels ; il convient d'examiner maintenant des appareils plus simples et moins coûteux, qui conviendront plus spécialement à l'amateur. Tel est le modèle qui a été imaginé par M. Courrier (fig. 51).

Un large trépied à roulettes supporte une tige verticale qui est destinée à recevoir la charge de photopoudre ; cette tige est à coulisse, de sorte que l'on peut

faire partir l'éclair à la hauteur la plus convenable; elle porte à la partie supérieure une petite plateforme munie d'un percuteur qui fait partir une capsule au

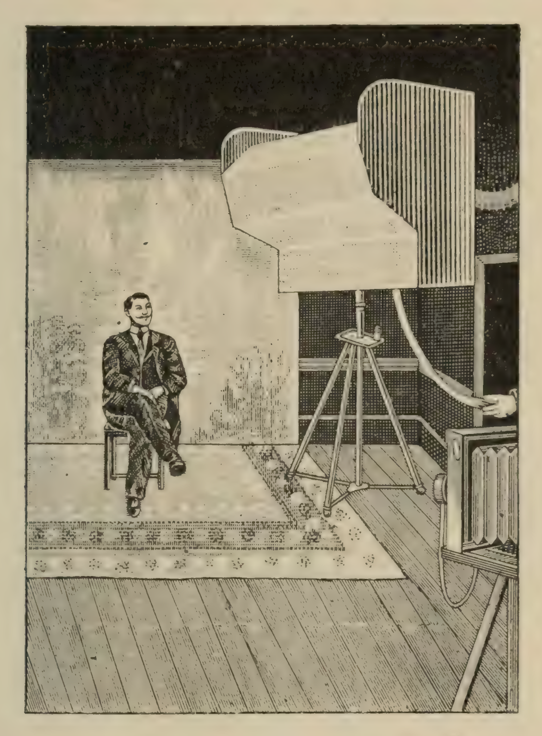


Fig. 51. — Atelier Courrier.

moment voulu. Ce percuteur est commandé par l'obturateur lui-même.

La plateforme se trouve au centre d'une grande lanterne constituée par une armature légère en bois et de la toile translucide et ignifugée. Cette lanterne a une forme antérieure analogue à celle de l'appareil de

M. Bouillaud. Une manche en étoffe souple évacue au dehors les produits de combustion. Cet appareil est démontable, et il pourra rendre à l'amateur d'excellents services pour l'exécution des portraits ; il est, d'autre part, d'un prix abordable.

Comme appareil portatif, nous croyons devoir encore citer l'*Excelsior* de M. d'Osmond. Un trépied solide supporte la lampe *Idéal* du même constructeur. Cette lampe est disposée au-dessus d'un écran en étoffe incombustible, qui a pour but de diffuser la lumière. La commande de l'éclair se fait au moyen d'une poire pneumatique.

Cet appareil, démontable et très léger, nous paraît destiné à avoir un réel succès auprès des amateurs, et même de certains professionnels. Il ne comprend pas de capte-fumée ; mais, pour l'amateur, qui ne fait pas un travail continu comme le professionnel, ceci n'a aucune importance. Si cependant on veut absolument capter les fumées, il faudra employer le modèle du même constructeur que nous avons représenté à la figure 36 ou encore celui de MM. Lumière (fig. 37).

En résumé, dans tous les dispositifs fixes pour l'emploi de la lumière artificielle, on opère dans un système variable de forme, mais qui n'est en somme qu'une lanterne de dimensions plus ou moins vastes, et l'évacuation se fait par un large tuyau donnant à l'extérieur ; pour assurer celle-ci, une bonne précaution est de déterminer dans ce tuyau un fort appel d'air. A cet effet, on peut employer, comme nous l'avons vu, soit un fort bec de gaz allumé, soit un ventilateur électrique.

B. — *Diffusion convenable de la lumière magnésique.*

Pour diffuser la lumière de l'éclair magnésique, deux procédés sont employés, soit isolément, soit conjointement. Le premier consiste à faire partir la charge derrière un écran translucide ; les uns emploient le verre dépoli, les autres des toiles blanches ou des papiers transparents qui sont ignifugés, pour éviter toute chance d'incendie. Quel que soit le procédé, ce n'est plus la lumière directe et brutale de l'éclair qui agit, mais une vaste plage lumineuse bien diffusée.

Le second procédé est celui qui consiste à allumer simultanément plusieurs éclairs, de façon à avoir une surface lumineuse de dimensions encore plus considérables. Bien qu'à la rigueur on puisse, avec ces foyers multiples, opérer directement sans interposition d'aucun écran diffuseur, il y a toujours intérêt à employer ceux-ci, cela n'est pas douteux. Dans la pratique, on opérera donc dans une lanterne diffusante et une ou plusieurs charges, suivant les cas.

Au point de vue théorique, la multiplicité des foyers lumineux n'a pas seulement pour avantage immédiat de donner une large surface éclairante qui produira le modelé et la douceur de l'image, mais elle permet de mieux utiliser l'actinisme de l'éclair.

Nous avons vu, dans la première partie de cet ouvrage, que l'actinisme d'une poudre augmentait avec le poids de la charge ; mais il était intéressant de savoir si cette loi est exacte lorsque l'on emploie des charges de plus en plus fortes. D'autre part, comme nous l'avons vu

également, la durée de combustion d'une poudre est fonction de son poids ; plus aussi sera considérable le volume de fumées produit, et l'on se demande si ces fumées, qui commencent à se produire dès le début du phénomène, ne sont pas susceptibles de masquer plus ou moins la flamme et de diminuer ainsi d'une façon sensible le pouvoir éclairant.

Les expériences du commandant Fourtier ne laissent aucun doute à cet égard. De 0 gramme à 4 grammes, la puissance lumineuse croît sensiblement comme le poids de la charge ; au delà de 4 grammes, elle ne croît plus proportionnellement à la charge, et, au delà de 16 grammes, il n'y a plus de gain appréciable. La charge de 16 grammes paraît être le maximum de ce que l'on doit employer en une charge unique ; la même charge divisée en quatre et allumée d'un seul coup donnera un rendement lumineux bien supérieur, en même temps que la durée de combustion sera plus rapide.

La division de la charge a de tels avantages, qu'elle a été admise sans conteste par presque tous les opérateurs qui se sont spécialisés dans la pratique de la lumière artificielle. M. Boyer applique ce principe pour photographier dans les théâtres. Il se sert d'un certain nombre de lampes produisant chacune deux foyers lumineux. En employant trois lampes, par exemple, c'est six éclairs que l'on obtiendra simultanément. La charge dans chaque foyer est assez faible et ne dépasse guère 1 gramme ; or le résultat constaté est bien supérieur à celui que l'on aurait pu avoir en brûlant les 6 grammes en une seule charge.

En 1890, M. Robert Slingsby, artiste photographe

à Lincoln (Angleterre), publie un livre très intéressant sur la photographie à l'éclair magnésique[1]. Dans cet ouvrage, il indique le procédé qu'il emploie pour obtenir des photographies au magnésium, soit à l'atelier, soit dans les intérieurs, soit enfin au théâtre. Or ce procédé est basé précisément sur la multiplicité des foyers lumineux.

L'auteur utilise les lampes de M. Schirm en plus ou

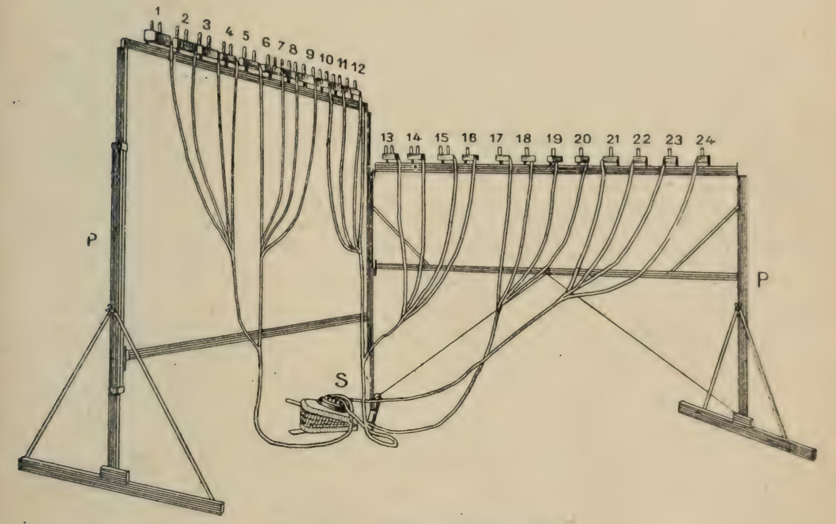


Fig. 52. — Dispositif Slingsby.

moins grand nombre, suivant les cas (fig. 52). Ces lampes sont installées sur des supports légers et transportables; ceux-ci se haussent à volonté, de telle manière que l'on pourra placer les foyers lumineux à des hauteurs variant de 1^{m},50 du sol jusqu'à 2^{m},80.

[1] Robert Slingsby.

Toutes les lampes sont reliées au moyen de tubes de caoutchouc à un fort soufflet qui produira au moment voulu la projection de toutes les charges dans les brûleurs correspondants. Chaque lampe est munie d'un réflecteur et d'un écran diffuseur.

Pour le portrait ou les groupes à l'atelier, pour les photographies d'intérieur, l'auteur emploie jusqu'à vingt-quatre lampes disposées en deux batteries de nombre inégal. Au théâtre, le nombre de lampes divisé en trois groupes peut s'élever à trente-six et quelquefois davantage. La charge dans chaque lampe est très faible et ne dépasse pas 1 décigramme[1].

M. Klary, qui a vulgarisé en France, dans l'ouvrage que nous venons de citer, les travaux originaux de M. Slingsby, a proposé un système du même genre, qui est un peu moins compliqué, mais qui ne peut servir que dans une installation fixe pour un professionnel.

M. Klary est, lui aussi, partisan convaincu de la division de la charge. Son appareil se compose d'une batterie de becs de gaz disposés en rampes horizontales parallèles les unes aux autres. En arrière de chaque rampe se trouve un arbre, pivotant sur son axe, qui porte autant de petites coupelles qu'il y a de becs. Ces coupelles sont destinées à recevoir chacune une petite charge de magnésium pur. Lorsque l'on fera pivoter l'arbre des coupelles, toutes celles-ci déverseront leur contenu dans la flamme correspondante, et l'on obtiendra l'inflammation simultanée de toutes les charges, quel qu'en soit le nombre. A cet effet, tous les arbres à

[1] Klary, p. 93.

coupelles sont solidaires les uns des autres. Le fonctionnement de l'obturateur est commandé automatiquement au moment voulu.

Avec une batterie de six rampes comportant chacune six becs, soit en tout trente-six foyers, on peut obtenir des résultats absolument parfaits dans le format 50 × 60, résultats qu'on ne saurait espérer à la lumière naturelle qu'avec une durée d'exposition correspondant, même dans les conditions les plus favorables, à un nombre respectable de secondes.

Si ingénieux que soit l'appareil de M. Klary, la plupart des opérateurs préfèrent actuellement, dans les installations fixes à la lumière artificielle, l'emploi de l'électricité pour l'allumage simultané des différentes charges ; dans ce cas, bien entendu. on devra employer les photopoudres.

C. — *Commande simultanée de l'obturateur et de l'allumage.*

Si l'on travaillait dans l'obscurité absolue, il ne serait pas nécessaire d'employer un obturateur ; il suffirait en effet de démasquer l'objectif, de faire partir l'éclair, puis de reboucher l'objectif.

Dans la pratique du portrait à la lumière artificielle, on ne saurait opérer ainsi, car il est de toute nécessité que le photographe observe son modèle, rectifie la pose si nécessaire et qu'il n'agisse qu'au moment où l'attitude et l'expression ne laisseront rien à désirer. Il faudra donc, dans le cas présent, s'éclairer assez largement, afin de pouvoir effectuer à l'aise toutes ces opé-

rations préliminaires à la pose; par contre, il ne faudra pas laisser inutilement l'objectif ouvert avant ou après celle-ci, car la lumière ambiante pourra donner un commencement d'impression plus au moins prononcé en s'ajoutant à celui de l'éclair même et rompre alors l'équilibre dans la traduction de certaines valeurs. C'est pour cette raison qu'il est nécessaire d'employer un dispositif qui commande automatiquement l'allumage, afin que l'obturateur ne s'ouvre qu'au moment précis où l'éclair va jaillir et qu'il se referme immédiatement après.

Bien qu'on ait indiqué, pour résoudre ce petit problème, des dispositifs pneumatiques ou mécaniques[1], c'est encore l'électricité qui permettra le plus facilement d'obtenir le résultat cherché. Il ne faut pas oublier que, dans la pratique, on devra, suivant les cas, déplacer soit la source d'éclairage, soit la chambre noire. Il sera certes plus difficile de réaliser cette condition avec un dispositif mécanique qu'avec le courant électrique; ici ce ne sera qu'une question de longueur de câble pour placer la source lumineuse et l'appareil à des distances quelconques[2].

Pour réaliser la commande de l'allumage par l'électricité, il suffira, en principe, de disposer sur l'obturateur un contact qui enverra le courant dans la charge au moment précis où le volet de celui-ci démasquera complètement l'objectif; l'obturateur devra se refermer aussitôt l'éclair terminé. C'est dire qu'il faut employer un obturateur à pose.

[1] Ris Paquot, p. 47.

[2] Si l'on emploie un système pneumatique, ce ne sera qu'une affaire de longueur du tuyau de caoutchouc.

Ces conditions paraissent très simples à remplir; néanmoins, dans la pratique, on rencontrera quelquefois des difficultés pour installer le contact dans certains types d'obturateurs. D'autres, au contraire, s'y prêtent très facilement quand le volet est extérieur (obturateur à volet de Guerry, Thornton-Pickard), ou lorsque la manette d'armement est extérieure également (obturateur Londe et Dessoudeix, *Saturne* de Leroy, *Koïlos,* etc.)

Le dispositif à employer sera très variable, suivant le type d'obturateur employé; mais n'importe quel amateur tant soit peu ingénieux ne sera pas embarrassé pour faire cette petite installation. Du reste, on trouve actuellement dans le commerce des obturateurs disposés pour la commande électrique de l'allumage.

Il nous faut toutefois signaler que certains dispositifs indiqués n'ont pas donné tout ce que l'on pouvait en attendre et ont occasionné au contraire de nombreux déboires à ceux qui les ont employés. La cause en est que les inventeurs n'avaient qu'une idée par trop rudimentaire de la durée de combustion de la poudre employée, et qu'au lieu de se baser sur des données certaines, ils opéraient tout à fait au hasard ou par tâtonnement.

C'est ici que l'on se rendra bien compte de l'utilité des recherches théoriques que nous avons faites sur la durée de l'éclair magnésique.

Rappelons le problème qui se pose lorsque l'on veut réaliser la commande de l'allumage par l'obturateur lui-même :

1° Ouvrir l'obturateur;

2° Allumer la poudre;

3° Fermer l'obturateur.

Si nous admettons que l'on puisse assez facilement provoquer l'allumage de l'éclair au moment où l'obturateur est ouvert, comment déterminer exactement le moment de la fermeture de celui-ci, si nous n'avons aucune indication sur la durée de combustion de la poudre employée? Étant donné que notre œil est absolument incapable de distinguer si un éclair a duré 1/80 de seconde ou 1/4 de seconde, que va-t-il se passer si nous réglons empiriquement la durée de fonctionnement de l'obturateur? Si nous le fermons trop tôt, une partie plus ou moins grande de l'éclair ne sera pas utilisée; si, au contraire, nous fermons trop tard, nous laissons l'obturateur ouvert inutilement lorsque l'éclair est déjà terminé. Dans ce cas, il pourra se produire une impression supplémentaire due à l'éclairage ambiant.

En pratique, si l'on n'a pas de renseignements très précis sur la durée de combustion d'une poudre, le mieux est d'opérer avec une lumière ambiante telle qu'elle ne puisse pas donner un commencement d'impression appréciable en une demi-seconde, temps qui est évidemment supérieur à la durée de combustion de n'importe quelle poudre. On réglera donc l'obturateur pour qu'il se referme une demi-seconde après son ouverture; de cette manière, on sera sûr d'utiliser l'éclair tout entier, et l'éclairage propre de l'atelier n'aura aucune action perturbatrice.

Il ne faut pas oublier que, avec les poudres actuellement employées, nous réalisons non une épreuve instantanée, comme certains l'ont cru au début, mais bien une épreuve posée en réalité. Cette pose n'est certes pas longue, mais elle est telle, que le modèle doit gar-

der l'immobilité et que, s'il se déplace pendant la pose, l'image sera forcément floue.

Il n'en sera plus de même lorsque l'on aura trouvé des poudres de combustion très rapide; on pourra alors réaliser la photographie instantanée par l'éclair lui-même.

On peut cependant obtenir des épreuves réellement instantanées à la lumière artificielle; c'est là une question très importante que nous étudierons par la suite. Disons toutefois que, dans cette application si intéressante, que nous avons signalée le premier, on n'utilise pas l'éclair tout entier, mais une fraction de celui-ci. En résumé, si la durée de l'éclair est trop longue pour donner une instantanéité, son éclat lumineux est tel, que l'on peut obtenir non seulement un, mais plusieurs instantanés pendant sa durée. C'est une tout autre question.

En résumé, l'exécution du portrait à la lumière artificielle a reçu la consécration de la pratique, et elle est d'une grande utilité pour le professionnel, qui peut maintenant opérer à tout moment sans s'occuper ni de l'heure ni du temps.

Cette application a eu une autre conséquence qui ne sera pas indifférente pour le public, c'est la suppression de l'atelier vitré du photographe, devenu inutile. Autrefois, pour avoir l'éclairage convenable, il était nécessaire, surtout dans les grandes villes, de placer celui-ci aux étages supérieurs des maisons; c'est dire que le client était en général obligé de monter cinq ou six étages. Aujourd'hui, tous les photographes qui opèrent à la lumière artificielle s'installent de préfé-

rence aux étages inférieurs. A ce point de vue, c'est une véritable révolution qui s'est effectuée.

La pièce qui constitue l'atelier à la lumière artificielle n'a pas besoin d'avoir de grandes dimensions ; au contraire, plus elle sera réduite, meilleures seront les conditions opératoires. En effet, le plafond et les parois récupèrent et renvoient sur le modèle une grande partie des rayons émanant de la source ; dans un local par trop grand, il y aura une grande quantité de la lumière dépensée inutilement. Beaucoup d'opérateurs ont eu des insuccès dans le début, parce qu'ils opéraient dans des locaux un peu trop vastes ; il ne faudra pas oublier cette remarque et se rappeler que plus les dimensions de l'atelier à la lumière artificielle seront grandes, plus il faudra augmenter la quantité de poudre éclairante, et réciproquement.

Pour résumer ce que nous avons dit en plusieurs endroits sur l'emplacement respectif du modèle, de l'appareil, des divers écrans, dans la photographie à la lumière artificielle, nous croyons bien faire en donnant un schéma que nous empruntons à l'*Agenda Lumière* et qui indique d'une manière absolument claire les règles générales à appliquer dans la circonstance (fig. 53) :

1° La source de lumière doit être placée à une certaine hauteur, afin de donner l'éclairage d'en haut ;

2° La lumière doit être diffusée par un écran translucide, pour éviter la dureté de l'éclairage direct ;

3° La lumière de l'éclair ne doit pas pouvoir atteindre directement la plaque sensible. C'est dans ce but que l'on interpose un écran opaque entre la source et l'appareil ;

4° On doit toujours placer un écran réflecteur du côté opposé à la source;

5° On se sert d'une source de lumière accessoire pour effectuer la mise au point et surveiller l'attitude et la pose du modèle. On évite ainsi de cette manière les effets déplorables, au point de vue de l'expression de la physionomie et des yeux, qui ne manqueraient pas de se produire si le modèle passait de l'obscurité absolue à la clarté aveuglante de l'éclair. Cette source de lumière doit être également masquée et ne pas pouvoir pénétrer dans la chambre noire;

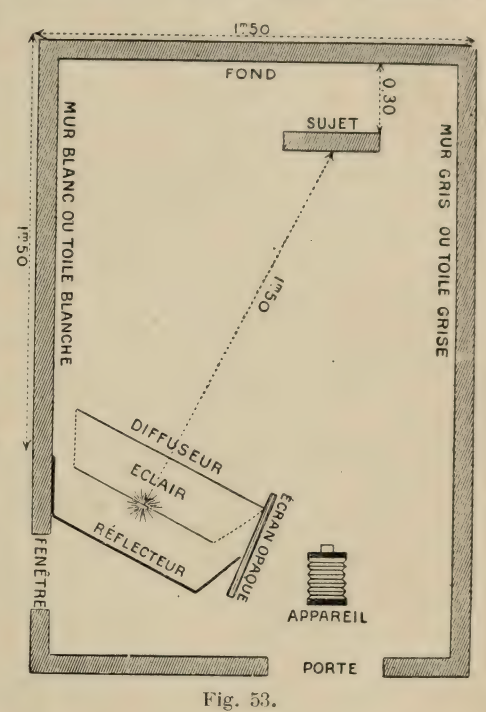


Fig. 53.

6° Ainsi qu'il est figuré dans le schéma ci-contre, il est bien entendu qu'il y a toujours avantage à mettre un écran réflecteur derrière la source de lumière;

7° Si l'on opère dans une pièce dans laquelle le plafond est très élevé, il sera tout indiqué de mettre au-dessus du modèle un écran plafonnier en étoffe

blanche, afin de récupérer la plus grande partie de la lumière possible.

En terminant, nous ne pouvons passer sous silence une critique qui a été faite par certains professionnels au sujet de l'emploi de la lumière magnésique pour le portrait, et qui paraît en somme assez justifiée.

Le photographe de métier exécute généralement plusieurs poses de son modèle dans des attitudes différentes, afin de permettre à celui-ci de choisir les épreuves qui lui conviendront le mieux. Or, si à la lumière du magnésium il obtient généralement un bon résultat à la première pose parce que le modèle n'est pas prévenu, à la seconde et aux suivantes il n'en sera plus de même. L'attente de l'éclair donnera à la figure du modèle une expression qui ne sera pas naturelle; avec certains sujets, quelque peu émotifs ou nerveux, avec les enfants principalement, il sera souvent impossible d'obtenir un second cliché satisfaisant.

On pourra, il est vrai, contrebalancer cet effet assurément malheureux en portant au maximum possible l'éclairage ambiant de l'atelier. Il est certain en effet que plus cet éclairage sera poussé, moins la vive lumière de l'éclair affectera le modèle. Nombre de professionnels ont renoncé à l'emploi de la lumière magnésique pour les raisons que nous avons données ci-dessus, et ils préfèrent l'éclairage électrique. Cependant, dans toutes les localités qui ne possèdent ni le gaz ni l'électricité, la lumière magnésique sera la suprême ressource du professionnel qui veut opérer à la lumière artificielle.

En dernier lieu, on a fait un autre reproche à l'éclair magnésique, c'est qu'il ne permet pas de juger par

avance l'éclairage du modèle. Cela est incontestable; mais il n'en est pas moins vrai que l'opérateur habile saura, après quelques expériences bien entendu, réaliser à volonté tels ou tels effets. Nous ne nous arrêterons pas davantage à cette critique, car les résultats obtenus par les spécialistes de la lumière artificielle sont là pour en démontrer l'inanité.

Nous avions pensé à publier dans cet ouvrage un portrait à la lumière artificielle comme preuve des résultats absolument parfaits qu'un opérateur habile peut obtenir; nous y avons renoncé par la raison très simple que, lorsqu'un portrait à la lumière artificielle est bien exécuté, il est absolument impossible de le distinguer d'un portrait fait à la lumière naturelle.

Obtention des groupes à l'atelier à la lumière artificielle.

L'obtention des groupes dans l'atelier à la lumière artificielle s'exécutera aussi bien que le portrait. Le tout sera d'avoir une surface diffusante d'assez grandes dimensions et d'augmenter notablement le poids de la poudre, celle-ci étant divisée en plusieurs charges de préférence.

On aura cependant le plus souvent à exécuter des groupes plus ou moins nombreux en dehors de l'atelier, dans des réunions publiques, des fêtes, des bals, des banquets, etc. C'est là une question très importante que nous étudierons par la suite, lorsque nous parlerons de la photographie des intérieurs. Nous donnerons même à ce sujet une planche des plus démonstratives (fig. 63).

CHAPITRE XVII

EMPLOI COMBINÉ DE LA LUMIÈRE NATURELLE ET DE LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE

Nous venons de voir que l'on peut exécuter, à l'heure actuelle, le portrait uniquement à la lumière artificielle ; on ne se sert d'une faible lumière ambiante que pour effectuer la mise au point et surveiller la pose du modèle. Celle-ci, en effet, ne doit exercer aucune action appréciable sur la plaque sensible, et c'est la lumière artificielle seule que l'on utilise.

Au lieu de remplacer la lumière naturelle par la lumière artificielle, on peut n'employer cette dernière, dans certains cas, que pour compléter la première. L'emploi combiné de la lumière naturelle et de la lumière artificielle a donné lieu à d'intéressantes applications.

M. le commandant Puyo a le premier, croyons-nous, indiqué les effets tout nouveaux et très artistiques que permet d'obtenir l'association convenablement réglée des deux éclairages[1].

Le procédé consiste à faire une photographie à la lumière naturelle et à donner de puissants effets d'éclairage sur certaines parties du modèle par l'emploi d'un éclair magnésique. On désigne ces effets sous le nom

[1] C. Puyo.



Fig. 54. — La lampe file. (Cl. Puyo.)

d'effets de lampe (fig. 54). On opère à l'atelier vitré

ou dans une pièce bien éclairée, dans un appartement ; dès que la pose nécessaire est obtenue, on fait partir l'éclair qui doit être dissimulé, afin que sa lumière directe ne puisse en aucun cas atteindre la plaque sensible.

En voici un exemple : une jeune fille est assise près d'une table et elle est plongée dans une lecture attrayante ou travaille à un ouvrage quelconque. C'est le soir, et une lampe est placée à côté d'elle. On dispose la charge de photopoudre à l'intérieur de l'abat-jour, et on pourra enflammer celle-ci à distance au moyen d'un courant électrique.

On pose le temps voulu pour avoir une image douce et détaillée mais sans trop pousser au développement, de manière à obtenir une épreuve positive dans la demi-teinte. L'abat-jour sera illuminé comme si la lampe était allumée, et sur la table, le livre ou l'ouvrage, sur un des côtés de la figure, apparaîtront de puissants effets d'éclairage.

On peut varier les combinaisons en faisant partir l'éclair dans une cheminée, dans une forge, etc. L'initiative de l'opérateur, son goût personnel, lui permettront d'obtenir des effets nouveaux et quelquefois très artistiques.

Les deux seules conditions à remplir sont de toujours masquer le foyer lumineux et d'équilibrer les deux éclairages qui ne doivent pas se contrecarrer, mais au contraire s'unir et se compléter en vue du but final.

Dans le même ordre d'idées, nous signalerons un article très documenté de M. H. Essenhigh Corke paru dans le journal *La Photo-Revue*[1].

[1] *Photo-Revue*, 19 septembre 1909.



Fig. 55. — Étude de fumeurs. (Essenhigh Corke.)

L'auteur s'est attaché à faire avec l'éclairage combiné des études de fumeurs en train d'allumer leur cigarette (fig. 55). Il se sert non de photopoudre

mais d'un simple ruban de magnésium de 6 millimètres de longueur. Inutile de dire que cette manière d'opérer présente quelque danger pour le modèle, qui devra faire bien attention de ne pas se brûler avec le magnésium incandescent.

L'éclairage combiné a été indiqué également pour obtenir des portraits grandeur nature.

M. E. Hackl (de Stuttgard) signale les difficultés que l'on rencontre lorsqu'on veut exécuter des portraits grandeur nature à l'atelier; il faut poser toujours un certain nombre de secondes, et souvent le modèle ne pourra pas garder l'immobilité nécessaire pendant ce laps de temps. En utilisant avec la lumière du jour celle de l'éclair magnésique, l'auteur a pu obtenir d'excellents résultats dans un temps qui avoisine 1/10 de seconde, c'est-à-dire la durée même de l'éclair[1]. L'objectif employé avait 90 centimètres de foyer, l'ouverture du diaphragme était de 30 millimètres.

L'emploi combiné de la lumière naturelle et de la lumière artificielle peut rendre également des services dans la photographie de certains intérieurs. Personne n'ignore les difficultés que l'on rencontre pour photographier des intérieurs avec des ouvertures donnant sur l'extérieur; c'est le cas de tous nos appartements modernes qui ont des baies ou des fenêtres, celui des églises, des cathédrales lesquelles sont éclairées par des vitraux.

La différence d'éclairage de ces intérieurs et des ouvertures est telle, qu'il est très difficile d'obtenir un cliché satisfaisant. Si l'on pose le temps convenable

[1] *Photo-Gazette*, 25 janvier 1894, p. 141.

pour obtenir l'image des ouvertures, la pose sera insuffisante pour le reste ; au contraire, si l'on pose le temps voulu pour avoir les détails de l'intérieur, toutes les ouvertures seront solarisées et entourées d'un halo considérable. On réduit bien quelque peu celui-ci par l'emploi des plaques anti-halo ; mais on ne supprime pas la quasi-impossibitité dans laquelle se trouve la plaque photographique de traduire également bien, dans un temps de pose unique, deux sujets qui demanderaient au contraire des poses absolument différentes.

Grâce à la lumière artificielle, ce problème délicat peut être complètement résolu. On pose le temps voulu pour avoir l'image des ouvertures sans halo, puis on fait partir un éclair qui donne l'image de l'intérieur ; on peut employer également une lampe à flamme continue.

Nous croyons intéressant de publier une épreuve obtenue dans ces conditions à l'église Saint-Julien-le-Pauvre, à Paris (fig. 56). Le vitrail du fond est bien reproduit sans le moindre halo. Par contre, cette épreuve renferme certains défauts qu'il convient de signaler, afin de les éviter autant que possible dans la pratique. La charge a été disposée derrière un pilier de droite, en avant de l'appareil ; elle était en tas et placée sur le rebord du pilier, c'est-à-dire presque sur le sol. Nous avons donc opéré avec un foyer trop rétréci et placé trop bas, d'où une ombre très forte derrière la statue et qui a des dimensions exagérées. D'autre part, tout le premier plan n'est pas éclairé du tout.

Tous ces inconvénients auraient été évités si nous avions fait partir l'éclair un peu plus en arrière et à



Fig. 56. — Intérieur de l'église Saint-Julien-le-Pauvre.

une hauteur convenable au-dessus du sol pour réaliser l'éclairage d'en haut.

On peut aller encore plus loin dans cette voie et obtenir non plus l'image de l'ouverture, mais le paysage lui-même que l'on aperçoit à travers celle-ci ; c'est ce qui se passera lorsque l'on laissera ouverte soit une fenêtre, soit une porte donnant sur l'intérieur. Le problème est d'ailleurs le même : le paysage, très éclairé, ne demande qu'une exposition très courte, tandis que l'intérieur, bien moins éclairé, en exigera une beaucoup plus longue. En pratique, il est impossible, avec la lumière naturelle, d'avoir l'un et l'autre. Si maintenant, après avoir posé le temps nécessaire pour obtenir le paysage, nous nous servons de la lumière artificielle, celle-ci donnera tous les détails de l'intérieur. En opérant ainsi, on pourra exécuter des compositions qui sortiront de l'ordinaire et qui, en tous cas, n'auraient jamais pu être obtenues à la lumière naturelle.

CHAPITRE XVIII

PHOTOGRAPHIE DES INTÉRIEURS A LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE

Tout le monde sait que l'on peut exécuter des photographies dans les intérieurs éclairés à la lumière naturelle; mais la durée d'exposition est toujours de beaucoup supérieure à celle réalisée à l'extérieur. Sans parler des variations normales de la lumière qui dépendent de la saison, de l'heure, de l'état atmosphérique, celle-ci sera fonction du nombre des ouvertures et de leurs dimensions.

C'est dire que la photographie des intérieurs est chose délicate et que la détermination du temps de pose ne se fera pas sans difficultés car, suivant les cas, celui-ci peut varier de quelques secondes à quelques minutes, voire même un certain nombre d'heures. En réalité, si pendant la belle saison on peut opérer avec succès, il n'en sera pas de même par le mauvais temps ou en hiver : souvent tout travail sera impossible.

D'un autre côté, étant donné que même dans les hypothèses les plus favorables il faudra toujours poser un temps plus ou moins long, la photographie des

intérieurs ne s'appliquera qu'à la reproduction des objets inanimés.

Le soir, la lumière naturelle disparue, nous serons tout à fait réduits à l'impuissance et nous devrons recourir obligatoirement aux lumières artificielles. Nous verrons ce que l'on peut obtenir avec celles qui sont employées habituellement dans nos habitations modernes ou s'il faut recourir à l'éclair magnésique.

Il nous restera à étudier le cas des intérieurs dans lesquels ne pénètre jamais la lumière du soleil, c'est celui des grottes, des cavernes, etc. Ici la lumière artificielle a élargi singulièrement le domaine de la photographie en lui permettant de recueillir des documents de haute valeur qu'il n'eût pas été possible d'avoir sans elle.

1° *Photographie des intérieurs éclairés à la lumière naturelle.* — Nous venons de voir que dans les intérieurs, la pose est souvent fort longue. Ceci tient tout d'abord à l'insuffisance de l'éclairage, puis à une autre raison d'ordre opératoire. On travaille en général dans des pièces de dimensions moyennes, c'est-à-dire d'assez près, et comme il y a la plupart du temps plusieurs plans à reproduire, on sera amené dans la pratique à diaphragmer plus ou moins l'objectif; de là nouvelle augmentation du temps de pose. Souvent aussi on utilise l'objectif grand angulaire, dont la lenteur est proverbiale.

Pour toutes ces raisons, il arrivera que, bien que pouvant exécuter un cliché d'intérieur à la lumière naturelle, on aura grand avantage à le faire à la lumière artificielle. En effet, au lieu de poser un temps souvent

considérable, le résultat sera obtenu en quelques instants.

D'autre part, on n'aura plus à s'occuper de la détermination du temps de pose, tandis qu'à la lumière naturelle c'est toujours un problème délicat. Tous ceux qui font des photographies d'intérieurs savent que l'on commet fréquemment de graves erreurs dans l'estimation du temps de pose. Poser une plaque dix ou quinze minutes, par exemple, et s'apercevoir au développement qu'il y a manque de pose, rien n'est plus vexant. Il faut faire un nouveau déplacement, recommencer, et encore bien heureux si la lumière n'a pas changé; de là de nouvelles incertitudes. Avec la lumière artificielle, il n'en est pas ainsi et l'on peut opérer à coup sûr.

N'oublions pas, d'autre part, qu'avec les longues poses nécessitées le plus souvent dans les intérieurs, il y aura toujours à craindre la solarisation des ouvertures qui donnent sur l'extérieur. Nous renvoyons le lecteur à ce que nous avons dit de cette importante question dans le chapitre précédent.

Enfin un autre avantage de cette manière d'opérer, c'est que nous ne serons plus condamnés, comme avec la lumière naturelle, à ne reproduire que les objets inanimés. Étant donnée la brièveté de la pose, la présence du modèle vivant ne sera plus interdite.

Du portrait dans les intérieurs. — A ce propos, nous ne pouvons pas passer sous silence une nouvelle application fort intéressante qui a été faite grâce à la lumière artificielle, c'est celle du portrait dans les intérieurs. Reproduire le modèle dans son cadre habituel, au

milieu de ses objets favoris, à son bureau, dans son



Fig. 57. — Nos contemporains chez eux. (Cl. Dornac et Cie.)

salon, dans son atelier, voilà qui nous change des

épreuves banales obtenues sur le fond immuable du photographe.

Ce genre de photographie a obtenu un légitime succès, et on a publié des collections très curieuses représentant dans leur intérieur les célébrités contemporaines, artistes, savants, littérateurs, poètes, hommes politiques, etc. (fig. 57).

Les épreuves obtenues dans ces conditions ont un tout autre intérêt que celles faites à l'atelier.

L'exécution des groupes dans les intérieurs ne comportera aucune difficulté, tandis qu'à la lumière naturelle c'est chose à peu près impossible. L'amateur pourra ainsi obtenir chez lui des groupes de famille qui auront un charme tout particulier.

Mode opératoire. — Comme dispositif vraiment pratique, nous conseillons de prendre une bonne lampe brûlant soit le magnésium pur, soit les photopoudres, mais à la condition qu'elle soit commandée par une poire pneumatique. Nous en avons décrit plusieurs modèles dans la première partie de cet ouvrage et indiqué les précautions essentielles qu'il faut prendre avec les photopoudres, lesquels ne doivent à aucun prix être employés dans les lampes à réservoir clos.

Comme obturateur, il faut en adopter un qui fonctionne à temps, c'est-à-dire qui s'ouvre par une première pression sur la poire et se referme par une seconde. Tenant une poire de chaque main, voici comment on opère : on appuie d'abord sur la poire de l'obturateur, puis sur celle de la lampe, et enfin, aussitôt l'éclair parti, de nouveau sur celle de l'obturateur.

En résumé on obtient les résultats suivants :

Premier temps : ouverture de l'obturateur.

Deuxième temps : allumage.

Troisième temps : fermeture de l'obturateur.

Ces trois opérations ne demandent qu'une seconde à peine pour être exécutées. La lumière naturelle agira de son côté également sur la plaque pendant la période d'ouverture de l'obturateur; mais son action sera, en général, négligeable si l'on a soin d'opérer comme nous venons de le dire, c'est-à-dire le plus rapidement possible.

Au cas où l'intérieur serait très éclairé et où l'obturateur resterait ouvert, avant ou après l'allumage, un temps plus ou moins long, la lumière naturelle, s'ajoutant pendant un temps appréciable à celle de l'éclair, pourra donner une surexposition et quelquefois fausser le résultat. Mais tel n'est pas le cas le plus souvent dans la pratique, car la plupart des intérieurs sont en général assez peu éclairés pour que l'on n'ait pas à craindre cet inconvénient[1].

Au lieu d'une lampe éclair, on peut employer d'autres dispositifs plus simples et plus portatifs, la cartouche de Papier Bengale, par exemple, les Éclairs Sphériques ou encore les Sachets *Idéal* d'Osmond.

L'usage de ces dispositifs sera un peu moins sûr dans la pratique, car l'allumage de l'éclair n'étant plus sous la commande immédiate de l'opérateur, il faudra ouvrir un peu plutôt l'obturateur, pour éviter que l'éclair ne se produise avant que l'objectif ne soit ouvert. Mais, nous le répétons, il ne faut pas trop

[1] Il n'est pas interdit, d'ailleurs, si la lumière naturelle est gênante, de fermer quelque peu les rideaux et les volets.

s'inquiéter, et d'autant moins que la pièce dans laquelle on opère est moins éclairée ou que l'objectif est plus diaphragmé.

En résumé, la photographie des intérieurs sera grandement facilitée par l'emploi de la lumière artificielle, et il est désormais possible d'exécuter des portraits dans les meilleures conditions, ce qui n'est guère possible à la lumière naturelle.

2° *Photographie des intérieurs éclairés aux lumières artificielles usuelles.* — Lorsque le soleil a disparu, il ne saurait plus être question de photographier les intérieurs à la lumière naturelle, puisque celle-ci, déjà souvent insuffisante le jour, n'existe plus du tout le soir.

Il va donc être tout indiqué de remplacer la lumière naturelle absente par la lumière artificielle.

Toutefois, il est juste de faire remarquer de suite que nous avons su, pour les besoins de notre existence, remplacer la lumière du jour par des éclairages divers, tels que l'huile, la bougie, le gaz, l'électricité. Nos intérieurs sont donc en réalité éclairés le soir par des éclairages artificiels.

La première question que l'on doit se poser est de savoir si ces éclairages peuvent convenir pour la photographie. La réponse n'est pas douteuse : on peut reproduire des intérieurs avec les lumières artificielles employées pour l'éclairage, mais à condition de choisir les plus intenses, et encore de poser le temps nécessaire. Disons tout de suite que celui-ci sera en général plus ou moins prolongé, d'où impossibilité absolue d'opérer sur le modèle vivant.

En réalité, nous nous trouvons dans des conditions

sensiblement analogues à celles que nous rencontrons dans la photographie des intérieurs à la lumière naturelle, savoir : lumière insuffisante et nécessité de longues poses pour la reproduction des seuls objets inanimés.

Or la lumière artificielle va nous permettre d'opérer dans tous les cas, sans même tenir compte de l'éclairage ambiant, si ce n'est pour éviter certains inconvénients qui peuvent se produire sur l'image et que nous allons signaler.

Mode opératoire. — On choisit une des sources de lumière indiquées il y a un instant pour la photographie des intérieurs, et l'on opère de même. On utilise l'éclairage de la pièce pour effectuer la mise au point et la mise en plaque.

Une seule précaution, et elle est capitale, c'est de n'ouvrir l'obturateur que juste au moment où l'éclair va jaillir et de le refermer de suite. Ce n'est pas qu'il y ait beaucoup à craindre la lumière artificielle ambiante; mais ce qu'il faut éviter à tout prix, c'est l'action prolongée sur la plaque des faisceaux lumineux qui émanent directement des sources d'éclairage. Il est en effet à peu près certain qu'une ou plusieurs des sources de lumière qui éclairent la pièce seront comprises dans le champ de l'objectif et qu'elles donneront leur image sur la plaque. Si la pose est aussi courte que possible, tous ces points lumineux, comme les lampes à incandescence, par exemple, donneront leur image très nette; mais si elle dure quelque peu, le phénomène du halo se produira et chaque foyer, entouré d'une auréole plus ou moins large, sera d'un effet désastreux sur l'épreuve.

Comme conclusion pratique, on ne doit pas laisser la plaque inutilement à l'action des sources lumineuses qui éclairent l'intérieur que l'on photographie. Si elles ont une grande intensité, comme les lampes à arc, il faudra éviter qu'elles soient comprises dans le champ de l'objectif, sinon les faire éteindre au moment de l'opération. Avec ces foyers puissants, il n'y a pas seulement à craindre un halo considérable, mais encore un voile plus ou moins intense de la surface sensible.

Un dernier point à signaler. On trouvera très fréquemment, dans les pièces que l'on est amené à reproduire, une ou plusieurs glaces ; celles-ci pourront réfléchir soit une source lumineuse non comprise dans le champ de l'objectif, soit l'image même de l'éclair. Dans ce dernier cas, principalement, l'effet produit sera déplorable. Avec un peu d'attention et en plaçant convenablement l'appareil, on pourra, dans la plupart des cas, éviter cet inconvénient.

Nous venons de voir que l'on pouvait opérer à la lumière artificielle dans les intérieurs, tout en laissant subsister l'éclairage ambiant. Avouons cependant que cet éclairage, dans la majorité des cas, n'est pas un aide, mais plutôt une gêne. L'éclair magnésique à lui seul est suffisant pour obtenir le résultat cherché. On n'hésitera donc pas, si l'éclairage est gênant, à le supprimer au moment de l'opération ; on évitera ainsi radicalement les effets malheureux qui se produisent souvent par l'image directe des sources lumineuses.

Par contre, lorsque l'on opère dans l'obscurité absolue, on rencontre une difficulté toute particulière, c'est celle de ne pas pouvoir effectuer la mise au point et la mise en plaque. La même difficulté se présentera

du reste dans la photographie des grottes et des cavernes, car, sauf les questions de dimensions, le problème est le même.

Pour la mise au point, il est recommandé tout d'abord de graduer au préalable, pour les différentes distances, la chambre noire que l'on emploie ; il suffira alors de mesurer la distance du modèle à l'appareil pour opérer à coup sûr. Pour mesurer le champ embrassé par l'objectif, on fait promener un aide qui porte une bougie allumée et l'on se rend compte si l'objet que l'on veut photographier est bien inscrit dans le verre dépoli.

Ici, puisque l'on travaille dans l'obscurité absolue, il n'y a pas de précautions à prendre pour faire partir l'éclair et nul besoin d'obturateur. On ouvre le châssis, on allume, et l'on referme le châssis.

Applications de la photographie à la lumière artificielle la nuit dans les intérieurs.

A l'heure actuelle, la lumière artificielle est employée pour photographier tous les locaux dans lesquels se donnent des réunions, des fêtes, des représentations, c'est-à-dire que l'on opère dans les salles de conférences, dans les bals, les soirées, les dîners, les théâtres. La chose était impossible autrefois; elle est devenue banale aujourd'hui.

Nous avons, l'un des premiers, réalisé l'expérience qui consiste à photographier à la lumière artificielle une vaste salle contenant un nombre assez élevé de

spectateurs. Le 8 mars 1890, dans la Salle des Conférences d'Épernay[1], nous avons reproduit notre auditoire et fait passer sur l'écran 35 minutes après l'épreuve obtenue.

Cette expérience synthétise admirablement la grande portée de la photographie à la lumière artificielle, puisque le négatif et le positif ont été obtenus sans le concours de la lumière naturelle, et ceci dans un laps de temps très court.

La technique opératoire n'a rien de particulier. Il faudra proportionner le poids de la charge aux dimensions de la salle à reproduire et la fractionner, si possible, dès qu'elle dépasse 8 grammes. Il est bien entendu qu'il ne saurait être question de supprimer l'éclairage ambiant, ce qui pourrait avoir quelques inconvénients dans une assemblée nombreuse. On laissera donc l'éclairage tel qu'il est; mais on aura soin, comme nous l'avons déjà dit, de ne démasquer l'objectif que le temps strictement nécessaire. L'obturateur commandant l'allumage sera tout indiqué dans la circonstance.

A titre d'exemple, nous publions (fig. 58) une épreuve remarquable exécutée par M. Bert au théâtre Réjane. L'habile successeur de M. Boyer a reproduit l'assemblée très élégante qui remplissait la salle un jour de grande première. Le nombre des spectateurs était de quinze cents environ. Avec six charges de 10 grammes enflammées électriquement dans les lampes *Idéal*, il a obtenu un négatif de toute beauté sur plaque 25 × 60. Dans cette expérience, il a été fait usage de capte-fumées pour ne pas incommoder le public.

[1] *Journal des sociétés photographiques*, 1890, p. 77.

Photographie au théâtre à la lumière artificielle.

Dès que la possibilité de reproduire des intérieurs avec un plus ou moins grand nombre de modèles



Fig. 58. — Salle du théâtre Réjane. (Cl. Bert.)

vivants fut indiquée, on chercha de suite à opérer au théâtre, pour reproduire les scènes les plus intéressantes des pièces en vogue.

Rappelons tout d'abord les essais qui ont été faits par M. Slingsby, et dont nous avons déjà parlé au chapitre XVII. L'auteur, pour la photographie au théâtre, emploie trente-six lampes Schirm. Ces lampes sont disposées en nombre inégal de chaque côté de la scène, vingt-quatre d'un côté, huit de l'autre, afin d'éviter un éclairage trop plat, qui serait inévitable si le nombre des foyers lumineux était le même des deux côtés. Il dispose encore quatre lampes, suivant les cas, soit à la rampe, soit dans les coulisses, pour éclairer les décors[1].

M. Boyer est un de ceux qui se sont le plus occupés de la question, et il a reconnu de suite, comme nous l'avons déjà dit, l'impossibilité de photographier les acteurs sans les prévenir. La durée de l'éclair n'est pas assez courte pour que l'on puisse les saisir dans le feu de l'action ; il faut obligatoirement leur demander de garder pendant un instant la pose voulue, ce qui n'est du reste pas une difficulté pour des gens de métier.

M. Boyer utilise jusqu'à cinq ou six lampes à deux foyers et brûlant chacune deux petites charges de magnésium pur. La multiplicité des foyers assure un meilleur rendement et évite sur le sol et sur les décors les ombres portées des acteurs, ce qui serait inévitable avec un éclair unique, et d'ailleurs d'un effet déplorable.

D'autres opérateurs, M. Mairet, M. d'Osmond, donnent la préférence aux photopoudres qu'il est facile d'enflammer au moyen d'un courant électrique, quel que soit

[1] KLARY, p. 89.

le nombre des foyers; ce sont ces derniers que l'on utilise généralement à l'heure actuelle.

Pour être juste, nous devons reconnaître que M. Boyer s'est servi par la suite de l'électricité toutes les fois qu'il a pu le faire. Il avait même imaginé un petit dispositif qui lui permettait d'enflammer successivement un certain nombre de charges disposées sur un plateau tournant fonctionnant lui aussi par l'électricité[1]. On employait autant de ces plateaux qu'il était nécessaire d'avoir de foyers lumineux. Il est certain que, dans le cas présent, l'allumage électrique est bien supérieur aux lampes à alcool employées en plus ou moins grand nombre, et qui présentent incontestablement quelques dangers au point de vue de l'incendie.

Grâce à l'obligeance de M. Bert, nous pouvons donner la reproduction d'une belle photographie obtenue au théâtre à la lumière magnésique (fig. 59). Pour une plaque du format 24/30 avec un objectif diaphragmé à f/12, la charge est d'environ 15 grammes répartis en trois lampes, une d'un côté de la scène et deux de l'autre. Si l'on n'emploie que deux lampes, on met une charge inégale dans celles-ci, de façon à avoir toujours le côté lumière et le côté ombre. L'auteur dispose sur ces lampes des capte-fumées.

Toutes les scènes intéressantes des pièces de théâtre sont maintenant photographiées par des spécialistes; elles sont reproduites dans les programmes ou dans des publications de grand luxe.

Le jour où l'on arrivera, et il n'est nullement présomptueux de l'espérer, à l'éclair réellement instan-

[1] *La Nature*, 1899, t. II, p. 328.

tané, il n'y aura pas besoin de prévenir les acteurs et de leur faire garder une pose qui peut ne pas être toujours naturelle. Ce jour-là, un grand progrès sera



Fig. 59. — Photographie au théâtre. (Cl. Bert.)

réalisé dans cette branche importante de la photographie à la lumière artificielle.

Il convient, d'autre part, de rappeler des expériences qui ont été faites pour obtenir des photographies au théâtre à la lumière seule de l'éclairage employé sur

la scène. MM. Balagny, Mareschal[1] et nous-même[2] nous sommes occupés de cette question. Il ressortait à l'époque de ces essais que l'instantanéité au théâtre n'était pas possible, et qu'il fallait obligatoirement profiter du moment où les acteurs sont immobiles pour obtenir un résultat acceptable. Aujourd'hui, avec les progrès réalisés dans la fabrication des lampes électriques, dans la sensibilité des plaques, dans la rapidité des objectifs, il nous semble que ces expériences pourraient être reprises avec une grande chance de succès.

Cependant, si le résultat ne nous paraît guère douteux au moment où la scène resplendit de toutes ses lumières, il n'en sera plus de même lorsque l'action se déroulera avec un éclairage plus modéré. Dans ce cas, il faudra obligatoirement revenir à l'emploi de la lumière magnésique. Toutefois, rien n'empêcherait à l'heure présente de combiner dans un théâtre l'éclairage voulu pour n'utiliser que la lumière électrique comme source de lumière artificielle; nous décrirons des installations de ce genre lorsque nous parlerons de la cinématographie à la lumière artificielle.

3° *Photographie des intérieurs non éclairés à la lumière naturelle.* — Il existe dans la nature nombre d'endroits dans lesquels la lumière naturelle n'a jamais accès; nous voulons parler de certaines grottes, des cavernes, des gouffres, etc. L'exploration de ces intérieurs non éclairés a révélé des paysages souterrains

[1] *La Nature*, t. I, p. 93.
[2] A. Londe, **2**, p. 756.

de toute beauté et donné des renseignements très précis au point de vue de la géologie et de la physique du globe ; en ce qui concerne l'anthropologie et l'épigraphie, on a fait des découvertes des plus intéressantes. Même une nouvelle science est née, c'est celle qui a pour but l'exploration des cavernes, et on lui donne le nom de *spéléologie*.

Il était tout indiqué de reproduire par la photographie toutes ces merveilles que la terre renferme dans son sein. Ici, comme dans bien d'autres applications, la photographie a l'avantage inappréciable de donner des documents d'une sincérité indiscutable. Or, dans le cas présent, les épreuves faites dans les grottes bien connues maintenant de Dargilan, de Padirac, de l'Aven Armand, de la Cueva del Drach, etc., par les Vallot, les Martel, les Gaupillat, les Lasson, etc., ont prouvé que les descriptions qui en avaient été faites par les explorateurs n'avaient absolument rien d'exagéré (fig. 60).

Ces résultats, disons-le de suite, n'ont pu être obtenus que par l'emploi de la lumière artificielle, laquelle, dans le cas présent, vient remplacer la lumière naturelle absente totalement. C'est un nouveau domaine que l'on va pouvoir explorer, car, en dehors des cavités naturelles du sol, il en est bien d'autres dans lesquelles il sera intéressant de pouvoir photographier, ce sont les carrières, les mines, les souterrains, les tunnels, les égouts, les catacombes, etc.

Voyons maintenant quelles sont les sources de lumière artificielle que l'on pourra employer avec le plus de succès.

Rappelons tout d'abord que, dès 1861, Nadar père, voyant l'intérêt qu'il y aurait à photographier les

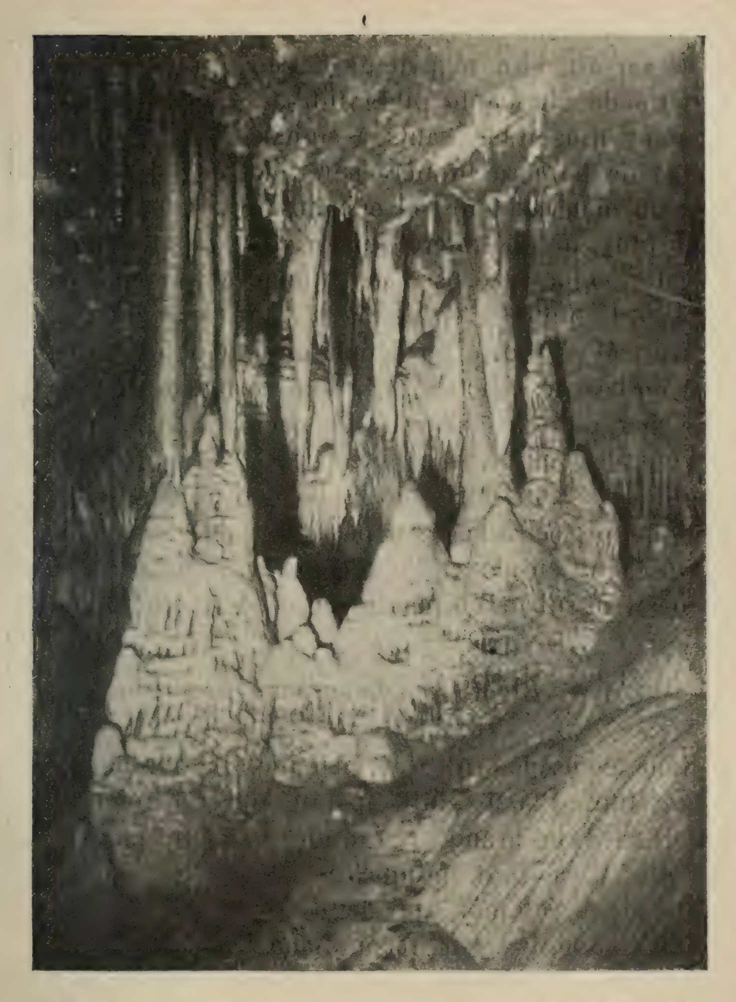


Fig. 60. — Grotte du Mas-de-Rouquet. (Hérault.) (Cl. J. Vallot.)

endroits non éclairés par la lumière naturelle, propose d'utiliser l'arc électrique. Il exécute alors des clichés

très réussis dans les égouts et les catacombes de Paris[1]. Il se servait d'un régulateur Serrin alimenté par une batterie de cinquante piles Bunsen. Ces résultats sont d'autant plus intéressants à signaler que Nadar était obligé de faire sa lumière sur place et de transporter tout un matériel lourd et encombrant. Ils n'ont cependant plus qu'un intérêt historique, car l'emploi de l'éclair magnésique permet d'atteindre le même résultat sans le moindre embarras.

Ainsi M. Vallot a pu depuis obtenir dans les mêmes catacombes des clichés de grand format (50/60) avec une charge de 20 grammes de poudre éclair.

Pour ces applications spéciales et au point de vue pratique, la supériorité de la lumière magnésique sur la lumière électrique n'est pas discutable.

On peut employer le magnésium sous ses trois formes : en ruban, en poudre pure ou en photopoudre.

A. — *Emploi du magnésium en ruban.*

Nous avons déjà dit que, peu après la découverte du magnésium, Piazzi Smith opérait avec un ruban de ce métal dans la grande pyramide d'Égypte. A l'heure actuelle, il est tout indiqué de se servir d'une bonne lampe genre Salomon, qui débite le fil le plus régulièrement possible. On recommande de déplacer très légèrement cette lampe pendant la pose, car à cause de l'étroitesse du foyer lumineux les ombres portées ont une tendance à être un peu dures.

[1] Voir dans l'ouvrage de Fourtier les très intéressantes reproductions des clichés originaux de Nadar.

La durée de pose est en général assez longue, et, pour une distance de 10 à 15 mètres, M. Martel parle de 10 à 20 minutes d'exposition. Le docteur Meydenbauer avait bien proposé, pour réduire le temps de pose, de brûler simultanément dix fils de magnésium ; mais le dispositif contenu dans une lanterne de $2^{m},20$ de hauteur n'était réellement pas pratique.

Au cas où l'on n'aurait pas de lampe spéciale, on peut tresser ensemble trois rubans de magnésium de $0^{m},50$ de longueur et de $0^{m},003$ de largeur, et faire une sorte de torche qui mettra environ 1,5 à 3 minutes pour brûler. Avec de trois à six torches de ce genre, on obtiendra un éclairage qui durera de 5 à 15 minutes environ, temps suffisant pour bien impressionner une plaque jusqu'à 15 mètres de distance. M. Martel a réussi d'excellents clichés par ce procédé[1].

On peut encore suspendre à un fil de fer plusieurs spirales de fil de magnésium juxtaposées et les enflammer simultanément. Cette dernière combinaison est peut-être plus avantageuse au point de vue du rendement lumineux et de la douceur des ombres portées.

B. — *Emploi des lampes à magnésium pur.*

Nous avons décrit dans la première partie de cet ouvrage divers modèles de lampes à magnésium pur. Les unes et les autres peuvent être employées ; mais cependant on doit donner la préférence à celles qui

[1] E.-A. Martel, p. 37 et fig. 1.

peuvent produire des éclairs successifs ou une flamme continue. Nombre d'insuccès dans la photographie des cavernes ont été imputables à ce que les explorateurs employaient des lampes qui ne brûlaient pas une quantité suffisante de magnésium.

D'après les auteurs compétents, ces lampes donnent de bons résultats; mais quelquefois la combustion du magnésium est incomplète, et on constate de nombreuses projections de matières incandescentes. M. Martel signale des clichés qui ont été perdus par le passage d'une de ces particules enflammées devant l'objectif.

C. — *Emploi des photopoudres.*

L'emploi des photopoudres nous paraît tout indiqué le cas présent, et il a l'avantage assez sérieux dans l'espèce de ne nécessiter aucun appareil. En employant la cartouche de Papier Bengale ou les Éclairs Sphériques, ou encore les Sachets Idéal, on n'aura besoin d'aucun matériel. Un simple bâton permettra de suspendre la charge à la hauteur voulue et assez loin de l'opérateur pour qu'il n'y ait pas de danger.

Les auteurs ne nous semblent pas d'accord sur les avantages comparatifs de ces divers modes d'utiliser le magnésium. Laissant de côté l'emploi du magnésium en ruban, qui nous paraît de beaucoup inférieur à cause de la longueur d'exposition qui est nécessaire, il n'y aura, à notre avis, à choisir qu'entre la lampe à magnésium pur ou les photopoudres.

Chaque système a ses partisans convaincus; mais, pour notre part, nous sommes persuadé qu'ils peuvent donner également bien, à condition d'être mis en œuvre

par des opérateurs ayant quelque pratique de la photographie à la lumière artificielle.

Technique opératoire. — Nous nous trouvons ici dans les mêmes conditions que le soir dans un intérieur lorsque les lumières de l'habitation ne sont pas allumées, mais avec cette différence, qui n'est pas négligeable, c'est que les grottes ou les cavernes peuvent avoir des dimensions bien supérieures à celles que l'on rencontre dans les intérieurs ordinaires.

On effectuera la mise au point et la mise en plaque comme nous l'avons indiqué précédemment, en faisant promener par un aide une bougie ou une lanterne près de l'objet à reproduire. Le docteur Max Muller indique dans ce dernier cas de tracer sur l'un des verres de la lanterne une série de cercles concentriques en peinture noire[1] ; ce petit artifice facilitera beaucoup la mise au point.

Comme source d'éclairage, nous avons vu que l'on pouvait employer le magnésium sous toutes ses formes. Chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients ; ce sera à l'opérateur de faire un choix judicieux. La lampe à magnésium est évidemment plus encombrante qu'une bobine de fil de magnésium ou qu'une boîte de photopoudre, et l'on n'ignore pas les difficultés quelquefois très grandes de ces expéditions sous terre ; on a donc souvent intérêt à réduire le bagage le plus possible. Par contre, certains photopoudres sont explosifs au choc, et M. Vallot signale le danger qu'il peut y avoir si le porteur d'un flacon de ce produit vient à faire une chute ou le laisse échapper. Évidemment il

[1] C. Klary, p. 113.

faudra prendre quelques précautions et écarter les compositions qui sont susceptibles de détoner sous un choc. Puis il sera bon de ne pas laisser le flacon à nu, mais bien de le renfermer dans une boîte de carton au milieu d'une bonne épaisseur de ouate ; dans ces conditions, tout danger paraît devoir être écarté.

La charge ou la lampe seront placées derrière l'appareil, à une hauteur convenable pour que l'éclairage vienne plutôt d'en haut que d'en bas et que la lumière directe de la source ne puisse pas arriver directement sur la plaque sensible.

Il sera tout indiqué, comme nous le verrons dans la photographie en plein air la nuit, de récupérer une grande partie des rayons lumineux par l'emploi d'un réflecteur d'assez grande surface. M. Vallot emploie un réflecteur métallique. M. Martel, qui n'a pas l'air de croire beaucoup à l'efficacité d'un réflecteur, conseille cependant de placer derrière la source lumineuse un grand écran en étoffe blanche.

Certaines des cavités naturelles que l'on veut reproduire ayant parfois des dimensions exceptionnelles, on éprouvera dans ce cas de sérieuses difficultés pour obtenir les arrière-plans. Nous nous trouvons en effet très sensiblement dans les mêmes conditions que lorsque nous opérons la nuit en plein air : la lumière va en décroissant des premiers plans aux suivants, jusqu'à une limite où elle demeure impuissante.

On arrivera cependant à résoudre ce problème délicat en augmentant tout d'abord le poids de la charge ou en usant d'un artifice particulier qui consiste à photographier successivement les divers plans en faisant partir plusieurs éclairs à des emplacements différents.

La seule condition, et elle est nécessaire, c'est qu'il y ait des abris naturels derrière lesquels on fera partir les éclairs successifs sans que ceux-ci puissent agir directement sur la plaque photographique.

Dans une grotte remplie de stalactites et de stalagmites, la chose pourra parfaitement se réaliser. Si celle-ci est très profonde, on fera partir un éclair pour les arrière-plans, un second pour les moyens et enfin un dernier pour les premiers plans. M. Martel critique cette manière de procéder, qui aurait, d'après lui, l'inconvénient de fausser la traduction de la nature par le manque de perspective aérienne et la confusion des ombres qui doit résulter inévitablement de l'emploi de plusieurs foyers lumineux à des plans différents ; il préfère employer un foyer unique et brûler une quantité plus grande de magnésium.

Quoi qu'il en soit, dans cette question de la photographie des cavités naturelles, où la nature du sol, du plafond et des parois est souvent déplorable, soit à cause de leur coloration propre, soit parce que la lumière de la source n'est que peu ou pas du tout réfléchie, il ne faudra pas hésiter à employer tous les moyens possibles afin d'obtenir le résultat cherché. Si l'on emploie une lampe à flamme continue, comme la lampe Nadar, on la fera fonctionner un temps plus ou moins long, suivant qu'on le jugera nécessaire. On pourra aussi faire partir plusieurs éclairs successifs, soit à la même place, soit à des places différentes. Dans ce cas, il faudra ou les produire le plus rapidement possible l'un après l'autre, ou, au contraire, mettre entre chacun d'eux un intervalle suffisant, afin que la fumée produite ait le temps de se dissiper.

M. Martel recommande, dans une caverne, de toujours vérifier le sens du courant d'air au moyen d'une bougie allumée. Dans le cas d'une cavité ascendante, où la fumée tend à gagner le haut, on commence par le bas; au contraire, si la cavité est descendante ou s'il s'agit d'un abîme vertical, on commence par le haut. En un mot, il faut toujours prendre la succession des clichés en sens inverse du mouvement général de l'air et en s'éloignant de plus en plus du point vers lequel la fumée tend à s'accumuler ou à s'enfuir.

Le poids de la charge, qu'il s'agisse de magnésium pur ou de photopoudre, doit varier naturellement d'après les dimensions de la cavité, la coloration propre des objets à reproduire, le pouvoir réfléchissant des parois, de la voûte et du sol. Enfin la distance focale de l'objectif employé et son ouverture entrent également en ligne de compte pour modifier dans d'assez larges limites la quantité de poudre à employer.

A titre de simple indication, car les conditions de la pratique sont excessivement différentes, voici quelques chiffres donnés par M. Martel :

QUANTITÉ DE MAGNÉSIUM A INSUFFLER DANS LA LAMPE

DISTANCE DU MODÈLE OU DE L'OBJET	QUANTITÉ DE MAGNÉSIUM
5 mètres	De 3 à 6 grammes.
Jusqu'à 15 mètres	De 6 à 15 grammes.
De 20 à 60 mètres	De 12 à 20 grammes.

Au delà de 60 mètres, l'auteur constate que l'on ne peut plus opérer. Cette affirmation confirme bien les expériences que nous avons faites sur la portée de l'éclair magnésique et dont il va être question dans un des chapitres suivants.

On rencontre dans la photographie des cavernes certaines difficultés toutes spéciales, qui tiennent à la raréfaction d'un air qui ne se renouvelle que d'une manière absolument imparfaite et surtout à son état hygrométrique[1]; mais le plus gros inconvénient que l'on rencontrera proviendra de la présence des fumées qui accompagnent inévitablement la combustion du magnésium ou des photopoudres.

Il y aura donc intérêt majeur à utiliser les compositions qui donnent le moins de fumées et à se résigner à attendre entre chaque cliché qu'elles soient dissipées. L'emploi d'un bon avale-fumées pourra rendre également d'excellents services.

En terminant, nous croyons devoir donner quelques explications sur la magnifique photographie de la salle Saint-Louis à la Conciergerie, que nous publions grâce à la très grande amabilité de M. A. Bertillon (fig. 61). Cette épreuve est particulièrement intéressante, parce qu'elle a été faite dans l'obscurité absolue et que le mode opératoire comporte d'excellents enseignements dont on pourra tirer le meilleur profit.

Vu les dimensions de cette salle, M. Bertillon a disposé en arrière du plan de l'appareil une charge de

[1] A rapprocher d'une note de M. Baillaud, astronome à l'Observatoire de Paris. Influence de l'humidité de l'air sur les étalons lumineux à acétylène (*Congrès international de la photographie,* août 1910; *B. S. F. P.*, 1912, p. 103).

300 grammes de photopoudre étalée en une traînée qui avait 12 mètres de long. Aussitôt après l'allumage de celle-ci, un certain nombre de cartouches éclairantes,

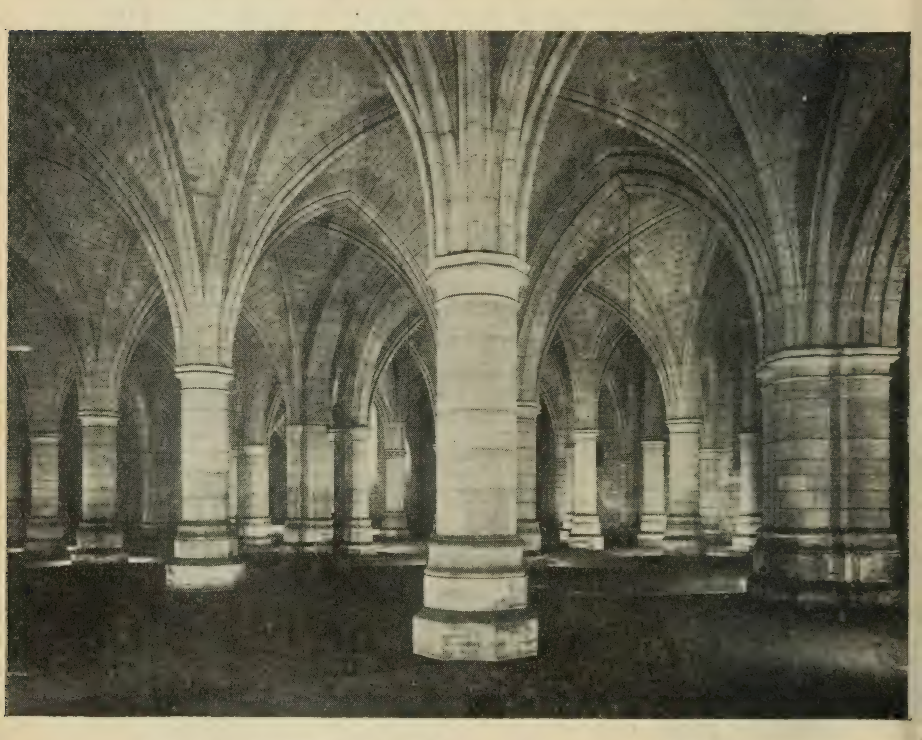


Fig. 61. — Salle Saint-Louis à la Conciergerie. (Cl. A. Bertillon.)

les unes de 12 secondes et les autres de 20, ont été brûlées successivement derrière quelques piliers, de façon à éclairer les parties les plus éloignées. L'objectif employé était un Périgraphe Lacour-Berthiot de 25 de foyer; ouverture du diaphragme f/15; plaques anti-halo de Lumière; format 24/30; appareil topogra-

phique A. Bertillon. Un seul opérateur a suffi pour effectuer toutes les opérations.

Nous nous trouvons ici sensiblement dans les mêmes conditions que si nous étions dans une grotte de vastes dimensions, assez profonde et présentant une série de plans à reproduire. Le problème a été magistralement résolu par M. Bertillon, qui a adopté le principe de la forte charge, de la diffusion considérable du foyer lumineux et de l'éclairement successif des plans les plus éloignés. Il y aura tout intérêt à opérer de cette manière quand on se trouvera dans des conditions analogues.

CHAPITRE XIX

ENDOSCOPIE A LA LUMIÈRE NATURELLE

L'examen des cavités naturelles du corps humain a le plus grand intérêt pour le physiologiste et pour le médecin ; on lui donne le nom d'*Endoscopie*.

La plupart de ces cavités ne sont, en somme, que des intérieurs non éclairés par la lumière naturelle ; l'emploi de la lumière artificielle était tout indiqué pour résoudre le problème qui consiste à garder une image fidèle et durable de ce que l'observateur aura vu pendant son examen.

Évidemment, dans la pratique, celui-ci doit suffire dans la plupart des cas ; mais, pour certaines études, on devra recourir à la photographie afin de conserver le document, l'étudier à l'aise, le comparer à d'autres et enfin le reproduire dans une communication ou un livre.

Il ne faut pas oublier que l'endoscopie se pratique sur le sujet vivant et la plupart du temps sur le sujet malade, qu'il faut introduire dans l'organe à examiner un dispositif plus ou moins volumineux ou compliqué. Dans ces conditions et par humanité, l'examen devra être forcément rapide. Si l'on a recours à la

photographie, il faudra de toute nécessité employer des sources lumineuses très intenses, afin de réduire la pose au minimum.

Le soleil devra être écarté *à priori*, car c'est la source de lumière intermittente et variable dont on ne peut disposer à son gré au moment voulu. C'est encore grâce aux lumières artificielles que le délicat problème de la photographie endoscopique pourra être résolu.

Voyons maintenant les conditions générales qu'il faudra réaliser. La difficulté sérieuse que l'on rencontre est celle qui consiste à éclairer parfaitement un organe interne aux colorations plus ou moins photogéniques, et auquel on ne peut accéder que par une ouverture plus ou moins étroite ou un canal, rectiligne quelquefois, mais le plus souvent courbe.

Dans le cas d'une cavité à parois dilatables, on se servira des appareils spéciaux qui sont employés en chirurgie ; on agrandira l'ouverture de façon à pouvoir envoyer directement le faisceau lumineux. Notre intérieur est transformé en une cavité plus ou moins profonde, où maintenant, à la rigueur, la lumière naturelle peut pénétrer, mais où elle serait insuffisante pour donner l'image photographique.

Pour les cavités dans lesquelles on ne peut pénétrer que par un conduit très étroit, l'appareil introduit dans l'organe comportera une minuscule lampe d'éclairage. Dans le cas de conduits plus larges, au moyen de miroirs placés convenablement dans le tube d'observation, on arrivera à éclairer le fond de l'organe : c'est dire que, pour réaliser la photographie des divers organes internes, il faudra des dispositifs très variables, suivant la nature de chacun d'eux.

Comme on le voit, l'endoscopie s'effectue soit à la lumière externe soit à la lumière interne. Dans le premier cas, on se sert d'une source de lumière puissante, électricité ou magnésium, qui est envoyée dans l'organe à examiner quelquefois directement, mais le plus souvent indirectement au moyen d'un jeu de miroirs et de lentilles. Dans le second cas, une source d'éclairage minuscule, puisqu'elle doit passer par des conduits souvent très étroits, est amenée dans l'organe à examiner. Dans cette hypothèse, il ne peut être fait usage que de toutes petites lampes à incandescence, et encore doit-on prendre des précautions spéciales pour ne pas brûler les parties voisines de la cavité examinée ; aussi on établit une circulation d'eau qui empêche leur échauffement.

Dans tous les dispositifs qui ont été proposés pour la photographie endoscopique, l'appareil est établi de façon à permettre l'examen direct, ce qui revient à dire qu'il faut d'abord chercher et trouver la partie à reproduire, puis aussitôt après en effectuer la photographie. Ce résultat est obtenu au moyen d'un miroir ou d'un prisme qui s'efface au moment voulu, comme dans les appareils dits *Reflex* ou dans les appareils à vision simultanée employés en photomicrographie. Le fonctionnement de ce miroir ou de ce prisme commande automatiquement l'allumage de l'éclair magnésique ou permettra l'admission de la lumière électrique si c'est cette dernière qui est employée. De toute manière, expérimentant sur l'organe vivant, il sera nécessaire d'opérer le plus rapidement possible pour éviter les mouvements qui peuvent se produire.

M. Guilloz propose, pour la photographie endosco-

pique, un dispositif qui nous paraît très pratique (fig. 62). On remplace le verre d'un fort bec de gaz par une sorte de cheminée en tôle qui, à la hauteur de la flamme, porte deux raccords. Le premier sert à recevoir un poussoir à ressort qui contient à sa partie antérieure la charge de photopoudre ; lorsqu'il sera déclenché, la poudre sera projetée dans la flamme, et on obtiendra un éclair très brillant. A même hauteur et à 45°, un second raccord reçoit une lentille de 16 à 20 *D*, que l'on protège à l'arrière par un verre plan, afin d'éviter les projections de magnésium qui la mettraient vite hors d'usage.

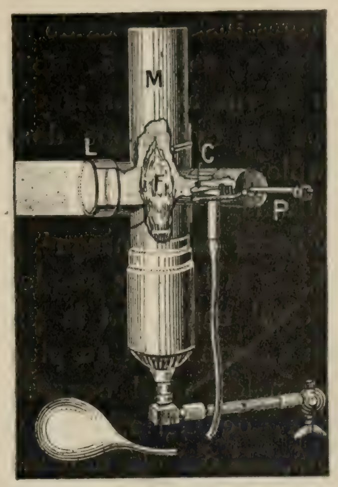


Fig. 62. — C. Charge. — P. Poussoir. — F. Flamme. — L. Lentille. — M. Cheminée en tôle.

L'éclairage normal du bec de gaz suffit pour l'examen direct, et lorsque l'on aura bien trouvé la place à reproduire et effectué la mise au point, on déclenchera le poussoir. Cette manœuvre se fait d'ailleurs automatiquement par le relèvement du miroir situé à 45° devant la plaque sensible et qui renvoie l'image sur un verre dépoli placé à la partie supérieure et sur lequel se fait l'examen de l'image. C'est toujours le principe des chambres *Reflex* que nous voyons appliqué ici.

Kollmann obtient des photographies d'images urétrales et Nitze de la vessie, les unes par l'éclairage

externe, les autres par l'éclairage interne. Avec le *Cystoscope* de Nitze, la pose n'est que de 3 secondes environ. Avec de fortes lampes, Reyer a pu obtenir des images instantanées de la vessie.

Stein, en 1885, obtient de bonnes reproductions du larynx avec un laryngoscope construit sur le principe du cystoscope dont nous venons de parler. Il emploie une lampe refroidie par un couraut d'eau, et l'allumage se produit automatiquement au moment où l'objectif est démasqué. La pose varie d'après l'intensité de la lumière employée.

C'est cependant la photographie du fond de l'œil qui a donné lieu au plus grand nombre de recherches originales, et il nous suffira de citer les travaux de Fick, de Gerloff, de Cohn. Les résultats les plus complets ont été obtenus par M. Guilloz. Les sources de lumière qui ont été employées par les auteurs précédents sont la lampe à incandescence, la lampe au zircone, l'arc électrique et enfin le magnésium.

S'il a été fait des travaux très intéressants dans cette nouvelle branche de la photographie à la lumière artificielle, nous estimons qu'il y a encore beaucoup à faire, soit au point de vue des appareils, soit au point de vue des sources lumineuses. Ainsi, ces derniers temps, M. Guilloz s'est trouvé très bien de l'emploi de la lampe Nernst modifiée de manière à donner un faisceau très lumineux mais en même temps aussi rétréci que possible, ce qui, dans l'espèce, a des avantages non discutables. Avec une lampe de 200 bougies, on peut obtenir une photographie du larynx et de l'arrière-gorge en 2 à 3 secondes; pour une photographie du tympan, 5 à 6 secondes suffisent.

Pour ceux de nos lecteurs que cette question un peu spéciale intéresserait et qui voudraient voir la description détaillée des appareils imaginés dans ce but, nous renvoyons aux ouvrages suivants[1] :

Traité de physique biologique, t. II, p. 372 et suivantes, et 678 ; *Archives d'ophtalmologie*, 1893 ; Dr Bouchacourt, p. 67 ; Dr Kœlher, p. 179 ; A. Londe, III, p. 122 ; Dr H. Burnier, *La Nature*, 1911, t. II, p. 153.

CHAPITRE XX

PHOTOGRAPHIE LA NUIT EN PLEIN AIR

Nous avons vu dans les chapitres précédents qu'une fois la lumière naturelle disparue, la photographie dans les intérieurs n'était plus possible, à moins d'opérer à la lumière artificielle ; théoriquement, il doit en être de même à l'extérieur. Cependant, lorsqu'il n'y a pas de nuages et dans les périodes pendant lesquelles la lune brille de tout son éclat, nous ne sommes plus dans l'obscurité ; il en est de même dans les villes, où l'éclairage public est assuré au moyen d'appareils variés et de très grande intensité.

Il convient tout d'abord d'étudier rapidement ce que l'on peut obtenir avec l'éclairage lunaire ou avec les diverses sources de lumière adoptées pour l'éclairage public. Nous verrons ensuite ce que peut donner la lumière artificielle en pleine nuit et en plein air.

Effets de lune.

Le raisonnement indique que la plaque photographique est susceptible de donner une épreuve satisfaisante dans tous les cas qui peuvent se présenter.

quelque faible que soit la lumière qui éclaire le sujet à reproduire ; mais à une condition, c'est d'augmenter suffisamment la durée d'exposition.

Partant de ce principe, on n'éprouvera aucune difficulté à opérer à la lumière de la lune, à condition de donner une pose assez prolongée. M. Robert Dykes, qui a fait, il y a quelques années, à la *Société photographique* d'Edimbourg[1], une très intéressante causerie sur *la photographie la nuit*, recommande d'opérer à la plus grande ouverture possible pour réduire naturellement la durée d'exposition. Suivant les sujets à reproduire, celle-ci peut varier de 5 à 45 minutes et même davantage. L'auteur fait la remarque suivante, qui est assez piquante, c'est que les clichés réellement faits à la lumière lunaire ont l'air d'être faits au jour, tandis que tous les effets de lune que l'on nous montre sont exécutés au jour et avec le soleil.

Photographie la nuit aux lumières usuelles.

On emploie aujourd'hui dans les grandes villes, pour l'éclairage public, des lampes intensives, soit au gaz, soit à l'électricité, qui donnent une lumière magnifique. Il est évident que l'on pourra obtenir avec ces sources de lumière des clichés satisfaisants en posant le temps nécessaire.

C'est ainsi que M. O. Mente publie deux excellentes photographies prises à la lumière de réverbères électriques[2].

[1] *Photo-Revue*, p. 196.
[2] *Das Atelier der Photographen*, juillet 1909, p. 183.

Avec des objectifs très lumineux et des plaques extra-rapides, bien entendu, on pourra même, dans certains cas, faire des instantanés avec un appareil à main. Ce résultat a été obtenu par M. Wild avec un



Fig. 63. (Cliché Bellieni.)

objectif Dallmeyer 2 B f/3,3, foyer 21 cent., format 9/12[2].

Nous avons vu également, dans la collection de M. Bellieni, d'excellentes épreuves faites le soir, soit à Paris, soit à Nancy (fig. 63).

[2] *Photo-Gazette*, 25 avril 1909.

Photographies d'illuminations. — A notre époque, où l'électricité se trouve à peu près partout, on réalise la décoration le soir au moyen de rampes ou de cordons de lampes à incandescence. Toutes ces sources de



Fig. 64. — Photographie d'illuminations. (Cliché Lazary).

lumière sont susceptibles de donner leur impression sur la plaque dans un temps variable, d'ailleurs, suivant leur intensité et leur coloration. On n'éprouvera aucune difficulté sérieuse sinon que le halo sera à craindre dans les parties les plus lumineuses; celui-ci sera d'ailleurs d'autant plus prononcé que l'exposition sera plus longue. On recommande, par suite, de faire usage de plaques anti-halo et de ne pas exagérer inutilement la pose.

Avec un objectif diaphragmé à f/10, la pose peut varier de 5 à 20 minutes. Si les lampes sont en très grand nombre, on arrivera même à avoir certains détails dans l'image. Nous publions à l'appui une très belle épreuve de M. Lazary reproduisant un palais de l'exposition de Rio-de-Janeiro (fig. 64) et montrant ce que l'on peut obtenir dans l'hypothèse présente. Nous devons cette épreuve à l'amabilité de M. Ch. Mendel.

Photographie la nuit en plein air à la lumière artificielle.

Si intéressantes que soient les expériences dont nous venons de parler, si elles peuvent à la rigueur fournir à l'amateur habile l'occasion de faire quelques clichés originaux, elles ne sauraient donner lieu à des applications vraiment pratiques à cause de la durée d'exposition, qui est la plupart du temps trop prolongée. D'autre part, la lune est une source de lumière intermittente et variable : s'il y a des nuages ou suivant le quartier, nous ne pourrons rien faire ; si dans certaines villes et dans quelques rares endroits on rencontre un éclairage particulièrement intense, dans combien d'autres ce sera peine perdue que de vouloir obtenir un résultat quelconque.

Or, de même que, dans les intérieurs, on peut opérer actuellement dans l'obscurité absolue, on s'est demandé pourquoi on n'en ferait pas autant à l'extérieur, c'est-à-dire en plein air la nuit.

Cette tentative est incontestablement quelque peu audacieuse, car, comme nous allons le voir dans un

instant, les conditions opératoires ne sont pas tout à fait les mêmes que dans la photographie des intérieurs. Mais, tout d'abord, il convient de se demander quelle peut être l'utilité de la photographie la nuit en plein air. Nous répondrons de suite qu'elle est intéressante à trois points de vue : au point de vue documentaire, au point de vue judiciaire, et enfin au point de vue du reportage photographique.

On sait qu'à l'heure actuelle, toutes les fois qu'il se produit un accident, un sinistre, une catastrophe, on a soin de prendre immédiatement des photographies de l'état des lieux ; ces photographies constitueront des documents de haute valeur qui subsisteront alors que les travaux de sauvetage ou de déblaiement auront pu modifier l'aspect primitif. Cette manière de procéder a une grande importance pour établir les responsabilités le cas échéant. Autrefois, on était désarmé la nuit venue ; aujourd'hui, il n'en est plus de même, grâce à l'emploi de la lumière artificielle et, dans l'espèce, de la lumière magnésique. C'est elle qui est, en effet, tout indiquée dans le cas présent car elle peut être employée partout avec le minimum d'impédimentas.

Au point de vue judiciaire, l'intérêt n'est pas moins grand, car on n'ignore pas l'importance qu'il y a, dans un crime, par exemple, à relever exactement l'état des lieux, la position de la victime, les traces de sang, les empreintes, etc. Or il faut que ces constatations soient faites autant que possible séance tenante, c'est-à-dire à n'importe quelle heure du jour ou de la nuit.

C'est ainsi que M. Bertillon emploie fréquemment la lumière artificielle la nuit pour faire ses constatations.

M. Bertillon se sert de photopoudre étalé dans une

longue gouttière métallique, de manière à avoir une surface lumineuse très étendue, ce qui donne à l'image une douceur et un modelé remarquables. Le poids de la charge est en général assez considérable et atteint fréquemment 50 grammes, ce qui peut paraître excessif au premier abord. Il n'en est rien cependant, si l'on considère que les photographies du Service anthropométrique sont prises sur un grand format (18 × 24) avec un objectif grand angulaire, la plupart du temps fortement diaphragmé. Cette manière de procéder est commandée par l'exiguïté des pièces dans lesquelles il faut généralement *opérer*.

Au point de vue du reportage photographique, l'utilité de photographier la nuit en plein air ne fait pas le moindre doute. Le reporter photographe doit, de par son métier même, pouvoir saisir le document convoité n'importe où et n'importe quand. Autrefois, lorsqu'il ne travaillait qu'au jour, son domaine était limité; aujourd'hui, il en est tout autrement.

Nous allons toutefois faire remarquer de suite que les conditions opératoires dans la photographie à la lumière artificielle la nuit sont tout à fait différentes de celles que l'on rencontre dans les intérieurs. Alors que, dans ce dernier cas, on peut obtenir des résultats absolument parfaits, en plein air ce ne sera pas la même chose. En voici les raisons. Dans un intérieur, le plafond, le plancher et les parois réfléchissent une certaine quantité de lumière, et cette lumière contribuera pour une large part à l'effet général. En plein air, le modèle ne sera éclairé que par la lumière directe de la source, la plus grande partie de celle-ci se dispersant de tous côtés en pure perte.

En pratique, il faudra donc, dans la photographie en plein air la nuit, employer tout d'abord des charges beaucoup plus considérables qu'à l'intérieur, puis éviter le plus possible les pertes de lumière. A cet effet, on recommande d'employer toujours un réflecteur Dans ces conditions, on pourra obtenir de bonnes images des sujets situés assez près de la source lumineuse; les seconds plans seront moins éclairés et les derniers à peine visibles. On constate d'ailleurs, en examinant un cliché fait la nuit, qu'au delà d'une certaine limite le résultat est absolument nul, la plaque sensible n'est plus impressionnée.

A l'inverse de ce qui se passe dans la photographie ordinaire, où ce sont les arrière-plans et les lointains qui viennent le plus facilement, ici c'est le contraire.

En résumé, il ne faut compter obtenir d'une manière satisfaisante que les premiers plans et ceux qui ne sont pas trop éloignés.

Il est vrai de dire que la portée de la lumière au magnésium croît avec le poids de la charge, mais pas au delà de certaines limites. Rappelons également que MM. Vallot et Martel ont signalé chacun de leur côté cette impuissance de la lumière artificielle à donner de bons résultats au delà d'une certaine distance.

Portée de la lumière magnésique. — A ce propos, il convient de rappeler les expériences que nous avons faites sur la portée de la lumière magnésique et l'influence de l'augmentation de la charge sur cette portée[1].

[1] FOURTIER, p. 133.

Ces expériences ont été faites à l'ancien Hippodrome de Paris (avenue de l'Alma). Dans l'axe de la grande piste et sur une longueur de quatre-vingt-dix mètres, nous avons disposé des mires blanches espacées de 10 mètres en 10 mètres. Un groupe de machinistes figurait à côté de la première mire.

L'appareil était placé dans l'axe des mires et à 10 mètres de la première. La charge était disposée pour partir au-dessus de l'appareil, c'est-à-dire à la même distance.

Première expérience. — 2 gr. de photopoudre.

La mire de 10 mètres est à peine indiquée ; on aperçoit une légère silhouette du groupe, rien dans les fonds. On distingue à peine les mires de 20 et 30 mètres ; le cliché est nettement sous-exposé.

Deuxième expérience. — Poids de la charge, 4 gr.

Les mires de 10 et 20 mètres sont bien éclairées ; on aperçoit celles de 40, 50 et 60 mètres, mais avec une intensité décroissante. Le groupe est plus visible, mais manque encore de pose. On aperçoit un peu les fonds.

Troisième expérience. — Poids de la charge, 16 gr.

Les mires de 10, 20 et 30 mètres ont une valeur suffisante. Toutes les autres sont visibles jusqu'à 80 mètres et toujours avec une intensité décroissante. Le groupe est bien venu mais il manque encore certains détails dans les ombres. Le fond de l'Hippodrome s'aperçoit avec tous ses détails ; cependant l'intensité de cette partie n'est pas suffisante.

Quatrième expérience. — Poids de la charge, 32 gr.

Les mires ont à peu près la même intensité que dans l'expérience précédente. On aperçoit la mire 9 située à 90 mètres mais l'image est très légère. Les fonds sont plus détaillés et le groupe a gagné en intensité, mais pas dans le rapport du poids des charges.

Les vastes dimensions de l'Hippodrome, ses côtés et son immense toit vitrés qui laissaient la lumière s'échapper à volonté, nous mettaient dans des conditions assez rapprochées de l'expérimentation en plein air.

Nous pouvons donc conclure de ces expériences que la portée utile de l'éclair ne dépasse guère 35 à 40 mètres pour donner une image suffisamment intense[1]; que la portée de l'éclair ne croît pas en raison directe du poids de la charge; qu'au delà de 16 grammes, il n'y a pas de gain appréciable.

Si l'on veut opérer avec une charge plus forte, il y aura intérêt, au point de vue du rendement, à la fractionner, ainsi que nous l'avons dit précédemment. Les résultats de ces expériences ont été pleinement confirmé dans la pratique.

Grâce à l'obligeance du journal *Excelsior*, nous pouvons donner la reproduction d'une excellente photographie prise la nuit au magnésium et représentant un accident de chemin de fer (fig. 65). Aussitôt l'état des lieux enregistré par la photographie, le déblaiement a pu commencer.

[1] Ces expériences ont été faites à flamme nue, c'est-à-dire que la perte de lumière a été considérable. L'emploi d'un réflecteur hémi-cylindrique augmente, d'après Fourtier, le pouvoir lumineux de 60 à 70 %.

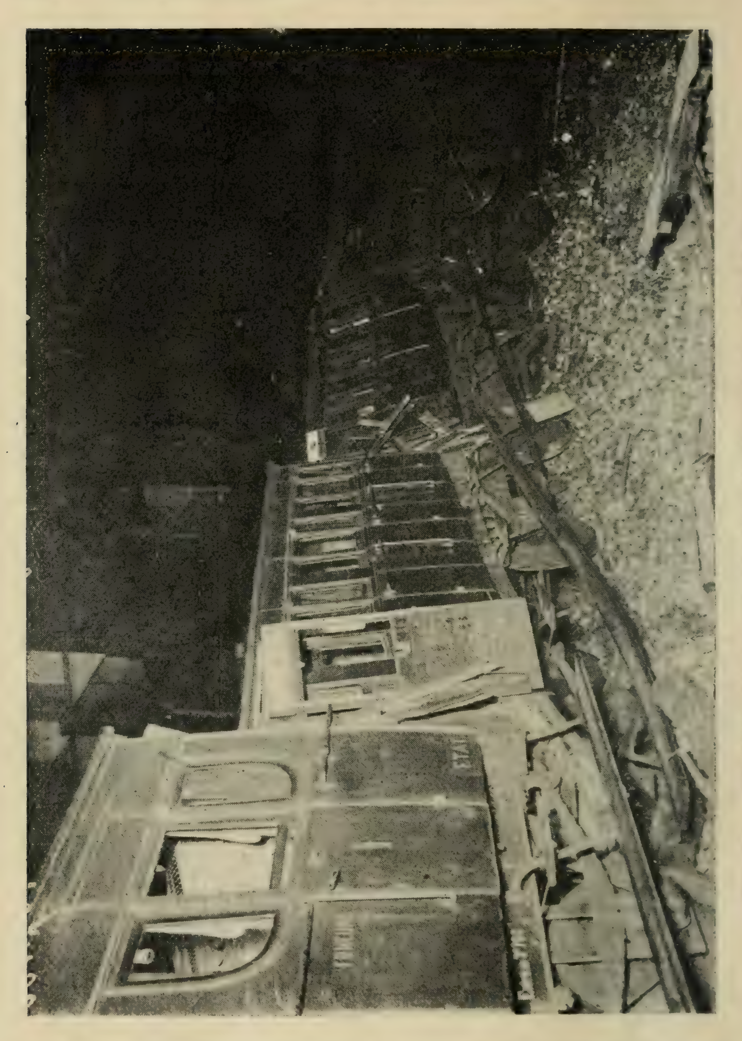


Fig. 65. — Photographie la nuit. Accident de chemin de fer. (Cliché *Excelsior*).

La quantité de poudre nécessaire varie suivant l'étendue du sujet à reproduire ; elle peut aller de 15 à 20 grammes et au delà.

On voit parfaitement sur cette épreuve les différences d'éclairement, qui vont en décroissant depuis les premiers plans jusqu'à la limite de portée de la poudre, où il n'existe plus aucune trace d'image.

Rappelons, que pour toutes les photographies prises la nuit à la lumière artificielle, il y aura grand avantage à employer d'abord des plaques panchromatiques et surtout des plaques anti-halo.

CHAPITRE XXI

LA PHOTOGRAPHIE INSTANTANÉE PENDANT L'ÉCLAIR MAGNÉSIQUE

Nous avons vu, dans la première partie de cet ouvrage, que l'éclair magnésique avait une durée parfaitement appréciable, qu'il n'est pas instantané comme on l'a cru au début. Par suite, le modèle doit garder l'immobilité et on ne peut pas le saisir s'il est en mouvement.

Dans la méthode originale, que nous avons imaginée pour l'étude de l'éclair magnésique, et qui consiste à faire douze instantanés successifs pendant la durée de celui-ci, nous avons constaté que l'intensité lumineuse était telle, que l'on pouvait obtenir une épreuve absolument complète en 1/200 de seconde. La question était résolue du premier coup, et, dans une communication faite à *l'Académie des sciences*[1], nous annoncions que l'on pouvait exécuter pendant la durée de l'éclair non pas seulement une mais plusieurs épreuves instantanées.

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXIV, n° 22, 1902, p. 1301 ; *B. S. F. P.*, 1902, p. 425.

Le premier nous avons prouvé que l'on pouvait réaliser l'instantanéité et la chronophotographie à la lumière artificielle.

En analysant les séries que nous avons faites dans nos expériences, il est très facile de déterminer les conditions rigoureuses que l'on devra remplir pour faire fonctionner un obturateur rapide pendant la durée de l'éclair, et obtenir ainsi une épreuve instantanée à la lumière artificielle. On voit sur ces séries que l'intensité de la lumière suit une marche croissante, atteint un maximum qui, suivant les préparations, peut durer plus ou moins longtemps, puis la période de décroissance commence jusqu'à extinction complète. Voilà ce qui se passe avec les poudres de combustion lente ; si au contraire nous avons affaire à des préparations rapides, le maximum d'actinisme est atteint brusquement et l'extinction immédiate. Ces compositions sont à écarter dans le cas présent, comme nous allons le voir.

Connaissant le moment où l'actinisme est le plus grand, le problème à résoudre consistera à déclencher l'obturateur à cet instant précis. Ce maximum d'actinisme, dans les poudres les plus convenables en l'espèce, n'est atteint qu'après 2, 3 ou 4 centièmes de seconde. L'obturateur devra donc provoquer l'allumage et n'ouvrir lui-même que 2, 3 ou 4 centièmes de seconde après. Il fonctionnera ainsi pendant la période la plus lumineuse du phénomène.

On voit ici l'intérêt des recherches que nous avons faites avec notre appareil chronophotographique. Il faut, en effet, pour obtenir les meilleurs résultats, connaître l'actinisme aux divers moments du phénomène,

puis la durée de combustion, et enfin savoir s'il existe ou non des retards d'inflammation, et, dans le cas de l'affirmative, quelle est la valeur de ces retards. Tous ces renseignements nous étant donnés sur nos séries, nous avons tous les éléments voulus pour définir, au point de vue théorique, les conditions qu'il faudra remplir pour réaliser l'instantanéité pendant l'éclair magnésique et indiquer ensuite les photopoudres à employer de préférence.

Voici les conditions à remplir :

1° *Employer les poudres éclairantes les plus actiniques.* — Aucune discussion n'est possible sur ce point ; nous n'utilisons en effet qu'une tranche de l'éclair et non pas la totalité et, si l'actinisme n'était pas aussi grand que possible, nous ne saurions avoir une image satisfaisante en la très courte fraction de seconde qui correspond au fonctionnement de l'obturateur.

2° *Adopter les compositions lentes.* — Ceci est encore parfaitement logique. Il sera en effet d'autant plus facile de loger l'instantanéité pendant la durée de l'éclair, que celle-ci sera elle-même plus prolongée. D'autre part, dans les poudres lentes, la période correspondant au maximum d'actinisme dure également plus longtemps que dans les poudres rapides.

3° *Donner une avance à l'allumage telle que l'obturateur fonctionne au moment précis où l'actinisme est le plus grand.* — Pour connaître cette avance, il suffira de se reporter à nos séries et de voir au bout de com-

bien de centièmes de seconde le maximum d'actinisme est atteint. Ce temps varie, comme nous l'avons dit, de 2 à 4 centièmes de seconde, suivant les compositions.

Cette manière de procéder est absolument différente de celle qui est employée dans les obturateurs à commande électrique, qui sont utilisés pour l'obtention du portrait à la lumière artificielle. Dans ceux-ci, on ouvre l'obturateur, l'éclair se produit, puis on referme l'obturateur. En réalité, on utilise la durée totale de l'éclair, et comme celui-ci a une durée parfaitement appréciable, ce n'est pas un instantané que nous effectuons, mais bien une pose, assez courte nous l'admettons volontiers, mais ce n'en est pas moins une pose, car si le modèle vient à se déplacer pendant l'opération, son image sera floue. Dans notre méthode, au contraire, l'éclair est d'abord allumé, puis, au moment le plus favorable, l'obturateur instantané fonctionne à grande vitesse ; en somme, c'est l'instantanéité réalisée pendant la durée de l'éclair magnésique.

Ceci dit, et nous reportant aux recherches théoriques qui ont été exposées dans la première partie de ce ouvrage, il ressort que c'est en employant des poudres de grande inflammabilité et de combustion relativement lente que l'on obtiendra le résultat cherché. Avec ces préparations, et en mettant une avance à l'allumage de 2 à 3 centièmes de secondes, on est sûr d'opérer pendant la période la plus lumineuse de l'éclair.

Nous avons appliqué de suite ce principe à divers obturateurs pour obtenir, à la lumière artificielle, des instantanés de malades dans notre laboratoire de la Salpêtrière. Cette question avait pour nous une impor-

tance capitale, car, dans un service médical, les malades arrivent à tout instant et il y en a beaucoup dont on ne peut exiger l'immobilité nécessaire à la photographie.

Nous avons opéré soit avec l'obturateur de Londe et Dessoudeix, soit avec le *Saturne* de Leroy (fig. 66).

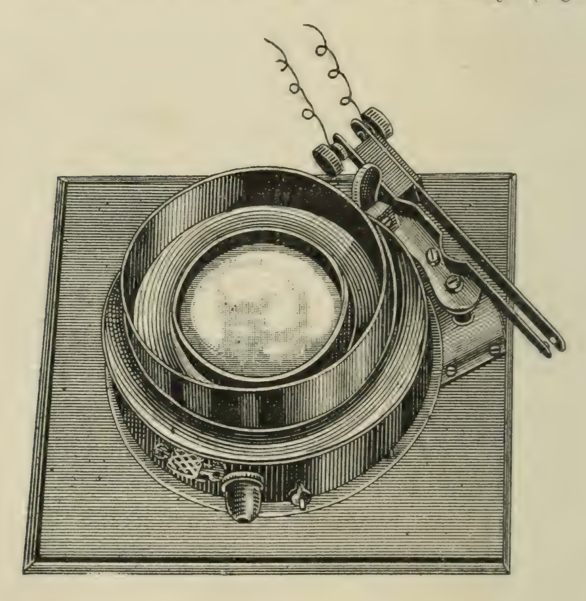


Fig. 66.

Dans ces deux types d'obturateurs, il existe une manette qui sert à armer le volet et qui revient à son point de départ lorsque l'appareil fonctionne. On place sur le trajet de la manette un contact électrique formé de deux lames très élastiques, isolées l'une de l'autre et intercalées dans le circuit qui doit commander l'allumage. A l'état normal, ces lames sont écartées et le

courant est coupé; mais dès que la manette vient à passer, le contact a lieu et l'éclair jaillit.

Suivant que ce dispositif sera plus ou moins éloigné de la position de départ, on aura une avance à l'allumage plus ou moins grande; à cet effet, le contact électrique est monté sur une glissière qui permet de le déplacer à volonté.

Avec un obturateur *Saturne*, réglé à la vitesse de 1/70 de seconde, nous avons pu obtenir d'excellentes épreuves de malades en forma 13/18. La charge de poudre n'était que de 3 grammes.



Fig. 67.
Instantanéité à l'éclair magnésique.

Nous donnons (fig. 67) un spécimen d'épreuve instantanée obtenu pendant la durée de l'éclair.

M. Levillain présente à la *Société française de Photographie*[1] un dispositif du même genre pour obtenir un instantané pendant la durée de l'éclair, avec cette différence que c'est le mécanisme chargé de reproduire l'éclair qui actionne l'obturateur au moment voulu.

[1] *B. S. F. P.*, 1907, p. 205.

Dans la question qui nous occupe actuellement, il sera intéressant également d'utiliser l'obturateur de plaque lequel a sur l'obturateur d'objectif l'avantage d'avoir un meilleur rendement et de permettre des durées d'exposition encore plus réduites.

Des résultats très catégoriques ont été obtenus, dans cet ordre d'idées, par M. Popineau[1].

Il ne faudra pas cependant opérer à la légère, sous peine d'obtenir des résultats défectueux. On connaît le principe de l'obturateur à rideau, qui consiste à faire passer le plus près de la plaque sensible une fente plus ou moins étroite, suivant la durée d'exposition que l'on veut réaliser. La plaque n'est plus exposée d'un seul coup, comme dans l'obturateur d'objectif, mais bien par tranches successives. Il s'écoulera donc un temps très appréciable entre le moment où la fente démasque la partie supérieure de la plaque et celui où elle atteindra la partie opposée. On ne peut guère, en effet, augmenter la vitesse de translation du rideau obturateur au delà d'une certaine limite, et ceci à cause de la masse de celui-ci.

Estimant, par exemple, à 1/10 de seconde le fonctionnement total du rideau, que va-t-il se passer si nous employons une poudre rapide, brûlant en moins de temps que la fente n'a mis à balayer la plaque? Celle-ci étant exposée par tranches successives, on aura, soit au début, soit à la fin, des parties non impressionnées; sur les autres on sentira très bien les différentes phases du phénomène, croissance progressive de la lumière produite, maximum plus ou moins pro-

[1] Journal *La Photo-Revue*, 9 février 1908.

longé, puis décroissance jusqu'à extinction complète. En un mot, avec une poudre brûlant en moins de temps que le rideau ne met à fonctionner, on aura forcément des négatifs non impressionnés dans certaines parties et inégalement exposés dans d'autres.

On voit, dans l'espèce, l'intérêt qu'il y a à connaître d'une manière précise la durée de combustion d'une poudre déterminée. Si l'on veut faire de l'instantanéité à la lumière artificielle avec l'obturateur de plaque, il faut de toute nécessité que la durée de l'éclair soit notablement supérieure à celle du fonctionnement du rideau. La vitesse de celui-ci devra toujours être aussi rapide que possible, et pour ce faire, on armera tout à fait à fond le ressort qui sert à accélérer la marche du rideau, quitte à augmenter la dimension de la fente. On sait que, dans la photographie ordinaire, on peut opérer soit avec une faible vitesse du rideau et une fente très étroite soit, au contraire, avec une vitesse plus grande du rideau mais alors une fente beaucoup plus large. C'est sans hésitation aucune que l'on devra toujours employer la seconde manière pour réaliser avec l'obturateur à rideau l'instantanéité pendant l'éclair magnésique.

En résumé, on devra employer les poudres relativement lentes; on pourra utiliser aussi les lampes à magnésium pur ou celles à flamme continue. Dans l'espèce, ces lampes auront même sur le photopoudre un avantage précieux, c'est d'assurer d'une manière certaine l'égal impressionnement de la plaque sensible.

Chronophotographie pendant l'éclair magnésique.

Nous avons constaté dans nos expériences sur l'actinisme des différentes poudres par la méthode des instantanés successifs que les images étaient absolument satisfaisantes, du moins dans la période où l'actinisme de l'éclair est à son maximum.

La durée de pose des obturateurs étant de 1/200 de seconde, il était acquis d'avance que notre appareil nous permettrait sans hésitation d'obtenir la chronophotographie d'un sujet en mouvement, c'est-à-dire une succession d'instantanés à des intervalles très rapprochés. Gardant la cadence que nous avions adoptée pour nos expériences, soit 1/100 de seconde entre chaque épreuve, nous avons pu obtenir pendant la durée d'un seul éclair douze photographies successives d'un homme marchant, courant, sautant, etc.

Ce résultat, très important au point de vue théorique, montre que désormais on pourra, grâce à la lumière artificielle, analyser des phénomènes de très courte durée ; nous verrons, d'autre part, dans un instant que l'on pourra également résoudre le problème dans le cas où le mouvement à reproduire aurait une durée plus prolongée que celle de l'éclair.

Voyons maintenant les conditions qu'il faut remplir pour réaliser la chronophotographie à la lumière artificielle.

1° *Écarter toutes les compositions qui ont un retard d'allumage.* — On comprend parfaitement que s'il

existe un retard d'allumage de 2 centièmes de seconde, par exemple, deux obturateurs ayant fonctionné avant l'allumage ne donneront pas d'images. On pourra, il est vrai, sachant le retard d'inflammation d'une poudre, donner l'avance voulue à l'allumage, comme nous l'avons indiqué pour la photographie instantanée à l'éclair magnésique.

2° *Écarter toutes les compositions trop lentes de combustion au début.* — Certaines poudres sont d'une combustibilité médiocre, et ceci indépendamment du retard d'inflammation ; seulement, comme ces deux phénomènes peuvent s'ajouter, ils produiront le même inconvénient, c'est-à-dire la non-existence d'un certain nombre d'images au début. Il faut donc adopter des poudres de grande combustibilité, qui n'ont pas de retard d'allumage et qui atteignent rapidement le maximum d'actinisme, celui-ci étant le plus prolongé possible.

Dans la chronophotographie de l'homme sautant, que nous publions (fig. 68), seule la première épreuve est insuffisamment venue, car elle correspond au début de l'allumage ; dès la seconde, l'actinisme est suffisant. la douzième est encore bien venue, et l'on sent parfaitement que, si notre appareil eût comporté un plus grand nombre d'objectifs, nous aurions encore pu obtenir deux ou trois épreuves satisfaisantes, car la durée de l'éclair a été nettement supérieure à 12/100 de seconde, durée de fonctionnement de l'appareil dans l'expérience en question.

En recommençant ce cliché dans les mêmes conditions, mais avec une avance à l'allumage de 1/100 de

seconde, nous aurions obtenu une série de douze images toutes utilisables.

3° *Employer des compositions très actiniques et aussi*



Fig. 68. — Chronophotographie pendant la durée d'un éclair magnésique.

lentes que possible. — Le premier point n'est pas à discuter si l'on veut obtenir des épreuves complètes et modelées dans le temps très court de 1/200 de seconde. La lenteur de la poudre est également indispensable, car obligatoirement la durée de l'éclair doit être légè-

rement supérieure à celle du temps nécessaire pour exécuter la série chronophotographique.

Dans les conditions dans lesquelles nous avons opéré, nous avons toujours employé des poudres



Fig. 68. — Chronophotographie pendant la durée d'un éclair magnésique.

brûlant en un temps supérieur à 12/100 de seconde.

Le tableau suivant va montrer la différence des résultats obtenus si l'on emploie des poudres plus rapides.

DÉSIGNATION DU PHOTOPOUDRE	NOMBRE D'IMAGES OBTENUES EN $^{12}/_{100}$ DE SECONDE
N° 1 lent.	Supérieur à 12
N° 2 lent.	id.
N° 3 lent.	id.
N° 4 moins lent.	7
N° 5 assez rapide.	5
N° 6 très rapide.	2

Ces expériences prouvent d'une façon tout à fait péremptoire la nécessité, pour cette application spéciale, d'employer les poudres lentes et d'écarter systématiquement les rapides.

Chronophotographie à la lumière artificielle de phénomènes ayant une durée plus longue que celle de l'éclair magnésique.

Dans les travaux que nous avons faits à la Salpêtrière avec notre collègue et excellent ami, M. le professeur Paul Richer, sur l'analyse du mouvement chez l'homme normal et pathologique, nous avons constaté que la cadence employée pour faire fonctionner notre appareil chronophotographique devait varier dans d'assez grandes limites ; en effet, le problème à résoudre était d'obtenir douze images successives, prises à des intervalles égaux, d'un mouvement, quelle que fût la durée de celui-ci. Or si certains mouvements sont rapides, d'autres le sont beaucoup moins, surtout

lorsque l'on a à reproduire certains cas pathologiques. Rarement nous avons eu à opérer en moins d'une demi-seconde. Souvent la durée du mouvement était de une ou plusieurs secondes.

La chronophotographie pendant la durée de l'éclair ne saurait donc être d'aucune utilité pour des études analogues, puisque la durée des mouvements à reproduire est de toutes façons supérieure, quelquefois de beaucoup, à celle de l'éclair.

Et cependant, dans un service comme celui de la Salpêtrière, les documents que l'on peut recueillir par la chronophotographie ont un prix inestimable.

A l'heure actuelle, le professeur Paul Richer a inauguré, à l'École des beaux-arts à Paris, un enseignement tout nouveau qui repose sur l'étude des séries que nous avons exécutées ensemble sur les mouvements normaux de l'homme.

Le laboratoire de la Salpêtrière possède une collection unique sur l'analyse des démarches pathologiques dans les différentes maladies du système nerveux.

Nous donnons ces détails pour faire savoir qu'à la lumière naturelle, il nous a fallu des années pour achever ces travaux. Nous ne pouvions, en effet, travailler que quelques journées par an : opérant sur le modèle nu ou sur de malheureux malades, il était nécessaire que la température fût suffisante pour les faire poser sans vêtements. D'autre part, exécutant de grands instantanés, la présence du soleil était indispensable. Il nous fallait donc à la fois de la chaleur et de la lumière, conditions que l'on ne rencontre pas tous les jours. Souvent aussi les nuages venaient interrompre notre travail ; enfin le déplacement continu du soleil ne nous

permettait d'opérer que lorsqu'il était dans la normale, par rapport à la piste que nous avions fait établir spécialement à la Salpêtrière pour exécuter ces études.

Il était nécessaire d'insister sur ces différents points pour montrer que, même avec la lumière naturelle, on peut trouver souvent de véritables difficultés pour travailler. Que de sujets intéressants qui n'ont pu être étudiés parce que la saison ou la lumière ne le permettait pas ! On comprend alors l'intérêt puissant de l'éclairage artificiel en photographie médicale, car celui-ci permettra d'opérer à n'importe quel moment.

Avec les résultats acquis à l'heure actuelle, la solution est trouvée, et ce n'est qu'une question d'installation et de dépense.

Voyons maintenant comment on pourra réaliser la chronophotographie de mouvements ayant une certaine durée plus ou moins prolongée.

Il suffira d'appliquer à chacun des obturateurs de notre appareil un contact électrique qui allumera un éclair indépendant. Nous produirons ainsi successivement douze éclairs en même temps que fonctionneront les douze obturateurs. Avec cette manière de procéder, on pourra analyser un phénomène, quelle que soit sa durée. Dans une installation de ce genre, qui sera naturellement une installation à poste fixe, on prendra toutes les dispositions voulues pour évacuer la fumée produite et l'empêcher de pénétrer dans la pièce dans laquelle on opère.

Pour obtenir des émissions de courant à des intervalles égaux et réglés d'avance, on utilisera les divers expéditeurs qui nous ont servi pour nos travaux en plein air et qui permettent d'adopter la cadence voulue

dans chaque cas particulier (*interrupteur* Trouvé, *expéditeur* Leroy)[1].

L'installation que nous venons de décrire peut paraître *à priori* un peu compliquée; cependant, nous le répétons, ce n'est qu'une question d'organisation et de dépense ; dans certains laboratoires scientifiques, on sera très aise de pouvoir exécuter la chronophotographie à n'importe quel moment à la lumière artificielle, tandis qu'à la lumière naturelle on ne peut opérer que dans des conditions que l'on ne trouve pas souvent réunies.

La cinématographie à la lumière artificielle.

On sait le merveilleux développement pris par la cinématographie ; cette belle invention permet de projeter sur l'écran les scènes les plus diverses dans lesquelles tous les mouvements sont reproduits avec la plus grande perfection. Dès à présent, on associe le phonographe au cinématographe. On enregistre les bruits, les sons, la parole elle-même ; on voit les personnages remuer et parler, c'est l'illusion complète de la vie. Bientôt, si ce n'est déjà fait, les couleurs de la nature viendront ajouter leur charme et leur vérité : ce sera la perfection.

Une industrie colossale est née, c'est celle qui a pour but de produire les *films*, ces bandes de grande longueur sur lesquelles des milliers d'images se succèdent les unes aux autres et viennent défiler sur l'écran sous les yeux de nombreux spectateurs enthousiasmés.

Ces films sont tirés à de nombreux exemplaires et envoyés dans le monde entier. Il n'est guère de petite

[1] A. Londe, **2**, p. 712.

ville qui n'ait pas son cinématographe, et dans les grandes on en rencontre à chaque pas.

Mais le public, qui au début s'extasiait de tout parce que c'était de la nouveauté, devient de plus en plus difficile et réclame toujours de mieux en mieux. Du reste, c'est la condition même de ce genre d'établissements, qui doivent renouveler continuellement leur programme pour satisfaire leur clientèle. Les industriels qui s'occupent de cinématographie ont donc été obligés de suivre le mouvement et de produire sans arrêt.

Si dans la belle saison, et encore quand il ne pleut pas, ils peuvent presque toujours opérer, il n'en sera plus de même quand le temps sera mauvais, quand l'hiver arrivera. Ils seront réduits eux aussi à l'impuissance, victimes de la grande source de lumière naturelle, qui est très précieuse évidemment lorsque l'on peut l'employer, mais qui est capricieuse et insuffisante pendant de longs mois.

L'industrie cinématographique ne pouvait s'accommoder de tels aléas ou de telles impossibilités, aussi a-t-on cherché à pouvoir opérer par n'importe quel temps, à tout moment et à l'abri des intempéries.

Dans ce but, une des plus importantes maisons de cinématographie, la maison Gaumont, a fait construire un atelier vitré de dimensions colossales, dans lequel se trouve un théâtre admirablement agencé avec décors, machinerie, etc. Les artistes peuvent jouer leurs rôles à heure dite et sans s'inquiéter de la pluie ni du vent.

Dans la belle saison, et aux heures favorables de la journée, on utilise la lumière naturelle; mais si celle-ci n'est pas suffisante, on emploie la lumière artificielle. On peut donc travailler à n'importe quelle heure



Fig. 69. — Fragment d'une bande cinématographique prise à la lumière artificielle. (Gaumont et Cie.)

et par tous les temps. C'est là un progrès considérable d'une importance toute particulière pour la cinématographie (fig. 69).

M. Gaumont emploie la lumière électrique fournie par des lampes à haut voltage. Des portants, montés sur des chariots à roulettes, et par suite facilement déplaçables, comprennent des batteries de ces lampes en plus ou moins grand nombre : 3, 6, 9, même 12, suivant les effets à produire et la surface de scène à éclairer. On utilise d'ailleurs un plus ou moins grand nombre de ces portants pour éclairer convenablement les acteurs et les divers plans de la plantation des décors. Toutes les lampes sont munies d'un verre dépoli légèrement bleuté ; on obtient ainsi une excellente diffusion de la lumière, et l'éclat de celle-ci est assez atténué pour ne pas être une gêne pour les modèles.

La maison Pathé, qui s'est fait également une spécialité de l'exécution des films cinématographiques et dont la réputation est également très grande, s'est vue aussi dans l'obligation de faire une installation du même genre. Au lieu d'une installation unique, comme celle de M. Gaumont, dans laquelle on opère, suivant les cas, soit à la lumière naturelle seule, soit à la lumière combinée, soit enfin à la lumière artificielle seule, M. Pathé a deux installations : une à la lumière naturelle et l'autre à la lumière artificielle. Dans celle-ci, qui est la seule qui nous intéresse en ce moment, l'éclairage est obtenu au moyen de lampes à mercure et de lampes à arc.

Les lampes à mercure du système Westinghouse (genre Cooper Hewitt) sont montées par séries de 10 sur de grands cadres ; ceux-ci sont équipés, des deux côtés de la scène et au plafond, sur des glissières qui permettent de les déplacer à volonté. En allumant un

plus ou moins grand nombre de lampes, et, d'après la position de celles-ci, on obtiendra tous les effets d'éclairage voulus. En général, il ne faut pas moins de 8 à 10 de ces cadres pour éclairer convenablement la scène.

La lumière des lampes à mercure comportant surtout des radiations bleues et violettes, la traduction des différentes valeurs de l'original se trouvera quelque peu modifiée; pour corriger ce résultat, assurément défectueux, on fait fonctionner en même temps deux ou trois batteries de lampes à arc à filament métallique. Ces dernières sont choisies de manière à donner un éclairage qui est plutôt jaune, et qui vient ainsi contre-balancer de la façon la plus heureuse l'éclairage tout spécial donné par les lampes à mercure. De telles installations, comme celles de M. Gaumont ou de M. Pathé, donnent des résultats absolument parfaits, assurent une production réellement continue; mais ce seront, par leur nature même, des installations fixes et qui n'auront leur raison d'être que dans les grandes usines de cinématographie.

Le seul reproche que l'on pourrait faire à la cinématographie à la lumière artificielle, c'est de ne s'appliquer qu'à des scènes préparées d'avance, dans le le milieu truqué et factice du théâtre. Ce reproche ne nous paraît pas très fondé, car, dans cette voie, on est arrivé à une grande perfection; mais ce qui serait très intéressant, ce serait de pouvoir cinématographier n'importe où, la nuit, dans un cadre naturel et non plus préparé comme celui des installations dont il vient d'être parlé.

La chose n'est nullement impossible, et naturelle-

ment c'est encore la lumière artificielle qui va nous permettre de résoudre le problème posé.

A ce propos, nous croyons devoir rappeler une expérience très intéressante qui a été faite il y a quelque temps au Cirque de Paris. Un grand match de boxe devait avoir lieu un soir dans cet établissement, et il s'agissait de cinématographier la rencontre passionnante, pour les amateurs, de deux champions célèbres. L'éclairage électrique du cirque n'étant pas suffisant, la maison Paz et Silva fit l'installation suivante, qui a donné toute satisfaction : 20 lampes à mercure furent disposées au-dessus du ring et 5 autres semblables placées autour. Chacune de ces lampes donnait trois mille bougies. On avait amené une machine spéciale qui fournissait le courant continu à 220 volts.

Des tubes à néon, à rayons rouges, fonctionnaient en même temps pour corriger la coloration propre de la lampe à mercure[1].

Au lieu de recourir à une installation aussi compliquée et coûteuse que celle qui vient d'être décrite, il convient de voir si, dans certains cas, il ne serait pas possible d'opérer dans des conditions plus simples. On pourra à cet effet employer deux cartouches éclairantes, qui sont placées dans de grandes lanternes en communication avec l'extérieur ; ces lanternes ont 2 mètres de hauteur sur 0m,40 de large. Le fond, peint en blanc, sert de réflecteur ; il est composé d'une partie verticale et de deux autres coudées à 45°.

Disons en terminant que la lumière artificielle n'a

[1] Tout récemment à Londres, lors du match de Carpentier avec Bombardier Wells, toutes les phases du combat ont été reproduites et par la photographie et par la cinématographie.

nullement la prétention, en cinématographie, de vouloir remplacer la lumière naturelle dans tous les cas. Toutes les fois que l'opérateur le pourra, il exécutera ses compositions dans les cadres si variés de la nature; mais lorsqu'il sera réduit à l'impuissance ou encore quand il s'agira de combiner un cadre approprié pour un scénario donné, il aura la ressource très précieuse d'opérer à la lumière artificielle.

A l'heure actuelle, la production des maisons de cinématographie peut donc être continue, et c'est là une des applications les plus intéressantes de la lumière artificielle.

Nous serions incomplet si, en achevant ce chapitre, nous ne signalions pas qu'une fois la bande négative obtenue, l'impression du positif se fait, elle aussi, à la lumière artificielle. Il existe, à cet effet, des machines à tirer les positifs qui sont des merveilles de mécanique. Le négatif et la bande positive vierge passent ensemble devant une source de lumière, généralement une lampe électrique. Elles se séparent ensuite : la négative s'embobine; quant à la positive, elle passe dans les différents bains nécessaires au développement, elle se fixe, se lave, se sèche, et vient s'embobiner à son tour à l'autre extrémité de l'appareil. Ces machines rentrent dans la catégorie de celles qui sont employées pour la *photographie au kilomètre*. On obtient avec ces machines une régularité d'impression remarquable, et ceci dans un temps relativement très court; c'est une production vraiment industrielle.

A une époque où les questions d'actualité ont auprès du public un intérêt indéniable, on arrive à cinématographier l'événement du jour et à faire défiler le soir

même le film dans les établissements spéciaux que l'on rencontre un peu partout maintenant.

Les actualités de Gaumont, le Pathé Journal, sont toujours accueillis avec un vif succès. Ce résultat est dû à l'emploi de la lumière artificielle pour le tirage des positifs et nous ne pouvions passer ce détail sous silence.

CHAPITRE XXII

LA PHOTOGRAPHIE AUTOCHROME A LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE

Tout le monde connaît la belle découverte de MM. Lumière, qui sont arrivés à mettre dans le commerce des plaques dites *autochromes*, lesquelles permettent d'obtenir directement à la chambre noire des diapositives en couleurs. Ces plaques ont eu un grand succès et, convenablement traitées, elles donnent sans conteste des résultats de toute beauté.

La seule chose que l'on pourrait leur reprocher c'est que, malgré leur extrême sensibilité, elles exigent une pose relativement prolongée. Ceci tient à deux raisons, la première à l'emploi d'un verre jaune compensateur, la seconde à la présence de l'écran trichrome qui est interposé entre la lumière et la couche sensible.

En plein soleil et dans les meilleures conditions, avec les objectifs à grande ouverture que l'on sait fabriquer à l'heure actuelle, il faudra poser de une à plusieurs secondes, suivant le sujet à reproduire.

Si alors on veut opérer à l'atelier vitré, c'est-à-dire à la lumière diffuse, et obtenir un portrait satisfaisant la pose devra s'élever à 30 ou 40 secondes et même davantage. Dans ces conditions, il sera très difficile

pour le modèle de garder l'immobilité voulue ainsi que l'expression ; en un mot, l'exécution du portrait autochrome à l'atelier à la lumière naturelle sera très délicate à cause de la longueur d'exposition qui est nécessaire. De plus, la détermination exacte de la durée d'exposition sera toujours la pierre d'achoppement à cause des variations continuelles de l'éclairage.

N'obtenant que des résultats aléatoires avec la lumière du jour, ne pouvant pas opérer par certains temps et à certaines heures, on a cherché naturellement à utiliser la lumière artificielle. Disons de suite que ces essais ont été couronnés d'un plein succès et que la question du portrait sur plaque autochrome est absolument résolue dès à présent grâce à l'emploi de l'éclair magnésique.

M. Pavie, un fervent autochromiste, s'est particulièrement occupé de cette question[1]. Tenant compte des travaux que nous avons faits sur ce sujet, il insiste sur la nécessité d'employer des poudres très lumineuses, de courte durée de combustion, afin que le phénomène de l'occlusion des yeux n'ait pas le temps de se produire, ne donnant qu'un bruit minimum et produisant le moins de fumée possible. Cette dernière considération est néanmoins secondaire ; car, dans une installation fixe pour l'obtention du portrait à la lumière artificielle, il sera tout indiqué d'établir un dispositif simple et pratique pour l'évacuation des produits de combustion.

La poudre *Idéal* de M. d'Osmond lui a paru répondre le mieux à ces desiderata ; mais il a constaté de suite

[1] *B. S. F. P.*, 1909, p. 203.

que les résultats n'étaient pas exacts si l'on se sert du même écran compensateur que pour la lumière du jour. M. le baron Von Hubl[1] avait déjà du reste signalé la nécessité qu'il y avait de modifier la nature de l'écran, suivant la source de lumière adoptée.

M. Monpillard est arrivé, après de nombreux essais, à en obtenir un qui convient parfaitement à la poudre de M. d'Osmond et qui donne un rendu absolument exact des diverses colorations de l'original. Cet écran jaune verdâtre comprend dans sa composition du jaune de quinoléine extra de la *Badishe Anilin und Soda Fabrich*, du bleu breveté de Hoescht et de l'esculine. On trouve maintenant dans le commerce des écrans compensateurs très bien établis; cependant, si le lecteur désirait les préparer lui-même, ce qui, soit dit entre parenthèses, est assez délicat, nous le renvoyons à la communication de M. Monpillard[2]. Si l'écran est placé en avant ou en arrière de l'objectif, il doit être travaillé optiquement, c'est-à-dire avoir ses deux faces parallèles. S'il est mis au contact de la plaque sensible, on peut employer sans inconvénient une feuille de verre ordinaire.

M. Monpillard recommande d'étaler la charge dans une gouttière longue de 40 à 50 centimètres et de placer derrière celle-ci un réflecteur métallique. En avant de la gouttière on dispose un large écran diffuseur en batiste blanche ignifugée au préalable par un trempage dans une solution de borax.

MM. Lumière et Seyewetz ont particulièrement étu-

[1] *B. S. F. P.*, 1909, p. 169.
[2] *Ibid.*, 1909, p. 203.

dié de leur côté les questions théoriques qu'il faut résoudre pour obtenir avec les plaques autochromes le meilleur rendement à la lumière artificielle. Ils reconnaissent que toutes les poudres à base de magnésium, quel que soit l'oxydant employé, donnent des flammes beaucoup moins riches en radiations bleues et violettes que les rayons solaires. Aussi, si l'on se sert du même écran que pour la lumière du jour, on aura une dominante jaune-orangée.

Ils proposent alors de brûler le magnésium dans une lanterne dont la partie antérieure sert à la fois de diffuseur et de compensateur. A cet effet, ils emploient un papier translucide, *papier cristal,* qui est d'une teinte violet-bleu, laquelle est exactement complémentaire de celle qui constituait la dominante de l'épreuve obtenue avec un écran ordinaire ; dans ces conditions le rendu ne laisse rien à désirer. Les auteurs recommandent d'employer les compositions les plus photogéniques et principalement celles dans lesquelles la plus faible quantité des oxydants permet la combustion complète et rapide de la plus grande quantité de magnésium. La poudre qu'ils préconisent dans ce cas particulier est une poudre au perchlorate de potasse, qui a un très grand pouvoir actinique et une grande rapidité de combustion.

En voici la formule :

Magnésium en poudre	(passé au tamis de 120)	2 parties.
Perchlorate de potasse	(id.)	1 partie.

Au lieu d'étaler plus ou moins la poudre, ce qui a pour résultat, comme on le sait, d'augmenter la durée

de combustion, d'autres auteurs préfèrent allumer simultanément plusieurs éclairs placés à des hauteurs différentes.

C'est ce qui existe dans l'appareil installé par M. Cousin à la Société française de Photographie et dont nous avons déjà parlé. On dispose sur un pied solide les diverses charges aux hauteurs que l'on considère comme les plus convenables pour éclairer toutes les parties du modèle, puis on laisse descendre autour de ce pied un large sac ignifugé qui était suspendu au-dessus et est en communication avec l'extérieur. La lumière est bien tamisée par la toile et les fumées se dissipent facilement.

M. Gervais-Courtellemont, qui s'est spécialisé dans l'autochromie à la lumière artificielle et obtient des résultats magnifiques, se sert également de plusieurs sources de lumière superposées, trois en général. L'inflammation des charges, commandée électriquement par le fonctionnement de l'obturateur, se produit dans une vaste lanterne dont la partie antérieure est en toile ignifugée. L'évacuation des fumées se fait par une large cheminée d'appel qui surmonte la lanterne, et elle est activée au moyen d'un ventilateur électrique.

Tous les auteurs précités recommandent de placer des écrans réflecteurs du côté opposé à la source lumineuse : quelques-uns suggèrent aussi d'employer des écrans plafonniers. En somme, que ce soit à la lumière naturelle ou à la lumière artificielle, l'emploi raisonné des écrans soit diffuseurs soit réflecteurs est nécessaire pour éviter les duretés et obtenir le meilleur modelé.

Bien que, théoriquement, on puisse opérer dans l'obs-

curité absolue, en pratique, on travaille soit avec la lumière du jour très atténuée soit avec un faible éclairage artificiel ; il faut en effet pouvoir exécuter la mise au point, rectifier au besoin la pose du modèle et n'opérer que lorsque celle-ci et l'expression de la physionomie ne laissent rien à désirer. Nous nous trouvons, du reste, dans les mêmes conditions que pour l'exécution du portrait à la lumière artificielle sur plaques ordinaires, *en noir* comme on dit maintenant. Tout ce que nous avons dit à ce sujet s'applique littéralement dans le cas présent.

En résumé, pour obtenir des portraits à la lumière artificielle sur plaques autochromes, il faudra suivre la même technique générale que pour opérer sur plaques ordinaires ; comme seules modifications, on devra se servir d'un écran compensateur approprié à la poudre employée et augmenter très notablement le poids de la charge.

Rien n'est donc plus simple. Puis il n'est plus besoin de l'atelier vitré. Enfin le problème de la détermination du temps de pose, qui est encore plus délicat avec les plaques autochromes qu'avec les plaques ordinaires, n'existe plus. Il suffira, dans chaque cas donné, de savoir la quantité de poudre à employer. Après quelques essais, on sera vite fixé et on pourra alors travailler avec certitude et d'une manière vraiment automatique, on peut le dire.

L'autochromie à la lumière artificielle aura de nombreuses applications, non seulement pour les portraits, les groupes, mais encore pour les reproductions, les intérieurs. Au point de vue scientifique, on l'utilisera pour obtenir rapidement et fidèlement les objets les

plus variés avec leurs couleurs naturelles. En médecine, principalement, elle sera employée pour reproduire les maladies de la peau, les pièces anatomiques, les pièces histologiques, etc. En histoire naturelle, en botanique, elle aura également de nombreuses applications : des horizons insoupçonnés s'ouvrent pour les travailleurs.

En terminant il convient de faire remarquer que l'on peut réaliser l'autochromie avec d'autres lumières artificielles que celle du magnésium, pourvu que leur intensité soit suffisante. Il faut, d'autre part, avec chaque lumière employer l'écran approprié[1].

Bien que le problème soit entièrement résolu par la lumière magnésique, certaines personnes reprochent à ce procédé d'effrayer quelque peu le modèle, de ne pas permettre de se rendre compte de l'éclairage et enfin de produire des fumées désagréables. L'emploi de l'électricité ne présenterait pas tous ces inconvénients. M. G. Monjauze propose l'emploi de douze lampes à incandescence de vingt volts et de trente-deux bougies. Ces lampes sont disposées par groupes de quatre en série, puis en dérivation sur la ligne. On place huit lampes d'un côté et quatre de l'autre dans des boîtes à lumière peintes en blanc et qui forment réflecteur.

Avec un objectif à portrait, muni de l'écran Monpillard P. O. et travaillant à f/3,5, dix secondes ont suffi pour obtenir un bon portrait. Ce temps de pose, à notre avis, est encore bien trop long, surtout si on le compare à l'exposition très courte qui est réalisée avec l'éclair magnésique ; mais rien ne sera plus facile que d'employer un nombre plus considérable de lampes.

[1] *B. S. F. P.*, 1913, p. 203.

Reproduction des plaques autochromes à la lumière artificielle.

On sait que, dans l'autochromie telle qu'elle est pratiquée à l'heure actuelle, on ne peut obtenir qu'une épreuve et que celle-ci est sur verre. Cette diapositive, qui ne se voit que par transparence, convient admirablement pour la projection, et c'est un vrai plaisir que de voir défiler sur l'écran ces délicieuses vues en couleurs qui nous donnent la copie si fidèle de la nature avec ses tonalités les plus diverses.

Cependant, pour beaucoup de raisons, cette unité de l'épreuve est regrettable, surtout quand on pense que l'une des qualités maîtresses de la photographie est de permettre la facile multiplication de l'épreuve originale. Or précisément, le jour où l'on arrive à un procédé vraiment pratique qui donne la solution tant cherchée d'un problème passionnant, on ne peut multiplier cette image ni davantage la tirer sur papier.

Il ne faut pas cependant se désespérer, car rien ne s'oppose théoriquement à ce qu'on puisse reproduire une autochrome, du moins sur verre. Nous allons le voir immédiatement et constater une fois de plus que c'est encore la lumière artificielle qui nous donnera la solution cherchée.

La reproduction des autochromes sur papier n'est pas aussi avancée ; mais il y a tout lieu de croire que l'on arrivera bientôt à une solution élégante et définitive.

La question de la reproduction de la diapositive

autochrome à un nombre quelconque d'exemplaires constitue déjà un résultat acquis de la plus haute importance.

La première difficulté que l'on a rencontrée pour reproduire une autochrome sur une autre plaque autochrome, c'est qu'il est impossible de les placer couche contre couche, ainsi que cela est nécessaire lorsque l'on veut exécuter une diapositive par contact, condition qui est nécessaire pour obtenir la netteté voulue. Il faut, en effet, que l'impression se fasse à travers l'écran trichrome de la plaque sensible : on doit donc mettre le dos de celle-ci en contact avec la couche de l'autochrome à reproduire. Il y aura donc entre les deux couches un écart qui correspond à l'épaisseur du verre de la plaque sensible.

Dans ces conditions, l'image obtenue ne saurait être nette, et c'est pour cette raison qu'au début on employait la chambre à trois corps. Nous allons voir cependant dans un instant que, par un artifice très simple, indiqué récemment, on peut vaincre cette difficulté.

• *Reproduction des autochromes à la chambre à trois corps.* — Avec cet appareil, on a la possibilité de pouvoir placer facilement les deux plaques dans le sens voulu puis modifier, le cas échéant, l'échelle de reproduction, c'est-à-dire de faire soit un agrandissement, soit une réduction.

On a constaté de suite, en opérant à la lumière du jour, qu'en dehors de l'exposition, qui est assez longue, la reproduction n'était en général pas exacte. Ceci s'explique facilement : on devrait, théoriquement, opé-

rer à la lumière blanche; or le ciel varie souvent de coloration, tantôt blanc, tantôt bleu, quelquefois gris, jaune et même rouge. Il est difficile, pour ne pas dire impossible, dans ces conditions constamment variables, d'obtenir la reproduction exacte des couleurs et la régularité du travail.

C'est alors que l'on a pensé à employer la lumière artificielle, et nous devons dire que le succès a répondu pleinement aux efforts faits pour résoudre ce problème. C'est ainsi que M. Gervais-Courtellemont exécute couramment des reproductions de plaques autochromes à une échelle quelconque en se servant de la lumière électrique. Il emploie un arc de 15 ampères alimenté par le courant continu. Cet arc est placé derrière une plaque d'opaline blanche qui, éclairée très régulièrement, sert de source lumineuse.

Il faut naturellement employer d'un écran compensateur établi pour la lumière électrique. M. Monpillard prépare, pour utiliser la lumière électrique, un écran que l'on trouve dans le commerce et qui est désigné sous le nom de *Auto AR*. Pour obtenir une précision absolue dans la reproduction, l'écran placé sur l'objectif doit être travaillé optiquement.

Reproduction des autochromes par contact. — Tout le monde ne possède pas une chambre à trois corps, et la question de la reproduction des autochromes par contact a une importance, au point de vue pratique, qu'on ne saurait passer sous silence. On peut arriver, dans le cas présent, à avoir une image nette quoique les deux couches ne soient pas au contact, en opérant à grande distance avec un foyer lumineux très étroit et

ne donnant par suite que des rayons sensiblement parallèles.

A cet effet, MM. Lumière proposent[1] d'employer une caisse profonde, à l'arrière de laquelle l'autochrome à reproduire et la plaque vierge sont placées l'une au-dessus de l'autre (fig. 70). Les parois de cette

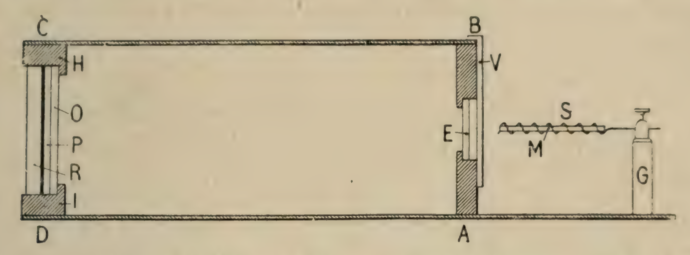


Fig. 70. — SM. Spirale de magnésium. — V. Volet obturateur. — E. Écran compensateur. — O. Cliché à reproduire. — P. Plaque sensible. — R. Volet de fermeture.

caisse sont noircies, pour éviter toute réflexion, et à l'avant se trouve placé l'écran compensateur. Cet appareil est placé en face de la source lumineuse, qui est dans l'espèce un fil de magnésium disposé pour brûler horizontalement dans une spirale en fer également horizontale. De cette manière, les rayons sont sensiblement parallèles durant toute la durée de combustion. En procédant ainsi, on obtient des reproductions d'une netteté irréprochable[2].

[1] *B. S. F. P.*, 1909, p. 457.

[2] Nous avons employé bien longtemps avant un procédé du même genre pour reproduire des spécimens d'écritures de certains malades atteints d'affections du système nerveux. Au lieu de les faire écrire sur du papier, d'exécuter un négatif, puis un positif pour projection, nous les faisions écrire sur une lame de verre enfumée. Celle-ci était posée sur une plaque à

La spirale en fer proposée par MM. Lumière a 5 à 6 millimètres de diamètre, et elle est disposée de telle manière qu'il y ait un tour de spire par centimètre de ruban. On emploie, suivant la valeur de l'autochrome à reproduire, 10 à 20 centimètres en moyenne de ruban de magnésium de 2mm,5. On le plie en deux en l'introduisant dans la spirale. L'extrémité du ruban de magnésium doit se trouver à 5 centimètres de l'écran et juste dans l'axe.

Ce dispositif est très facile à réaliser et il donne d'excellents résultats.

La reproduction des autochromes peut se faire maintenant d'une façon industrielle, et nous ne pourrons pas donner de meilleure confirmation de ce que nous avançons qu'en citant la maison *Photo-Couleurs,* qui édite d'une façon régulière de magnifiques diapositives en couleurs.

projection couche en dessus et placée dans une boîte très profonde. Un bec de gaz placé à deux mètres de la plaque et dans la normale nous donnait en quelques secondes une image positive dont la netteté ne laissait rien à désirer, bien que les deux couches ne fussent pas en contact.

CHAPITRE XXIII

LES AGRANDISSEMENTS ET LA MICROPHOTOGRAPHIE À LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE

Nous avons cru devoir traiter dans un même chapitre ces deux applications à cause de leur grande analogie ; en effet, dans les deux cas, il s'agit d'un agrandissement. Le point de départ est seul différent : dans l'un, on agrandit une image visible pour l'obtenir à une échelle supérieure ; dans le second, on agrandit une image infiniment petite pour la rendre perceptible à l'œil.

Mais si le principe est le même, si certaines lumières artificielles peuvent être employées dans ces deux applications, le matériel nécessaire pour la mise en œuvre diffère complètement. Nous allons donc étudier successivement ces deux questions.

1° *Agrandissement à la lumière artificielle.* — Au début de la photographie, la question des agrandissements fut une de celles qui amenèrent le plus de recherches. Le problème posé consistait à obtenir d'un petit négatif un positif de grandes dimensions. Étant donné que les papiers positifs de l'époque étaient d'une

sensibilité plutôt médiocre, il n'était qu'un moyen : c'était d'employer la source de lumière la plus intense, c'est-à-dire celle du soleil.

De cette nécessité sont sorties les chambres solaires de Woodward[1], de Chevalier[2], de Jamin[3]. Ces appareils étaient constitués par des chambres d'agrandissement à trois corps éclairées par un miroir sur lequel on recevait les rayons du soleil. A cause du déplacement continu de celui-ci, on était obligé de faire mouvoir sans arrêt le miroir, afin de maintenir les rayons dans la même direction.

En 1862, Foucault invente son héliostat, qui résoud complètement le problème. Néanmoins les temps de pose sont fort longs. Woodward[4] indique une durée d'exposition variant de 2 à 30 minutes, suivant l'échelle de l'agrandissement. Jamin[5] parle de 1 heure. Gatel[6], sur un papier spécialement préparé par lui à l'iodure d'argent, compte de 20 à 50 minutes. En dehors de cette longueur d'exposition, le travail était naturellement irrégulier et intermittent.

On comprend de suite qu'aussitôt après la découverte de l'arc électrique, on ait cherché à l'appliquer aux agrandissements photographiques. La chambre solaire a vécu et la lumière artificielle va désormais remplacer la lumière naturelle.

D'autre part, on a augmenté considérablement la sen-

[1] *B. S. F. P.*, 1859, p. 220.
[2] *Ibid.*, 1859, p. 294.
[3] *Ibid.*, 1859, p. 298.
[4] *Ibid.*, 1859, p. 334.
[5] *Ibid.*, 1859, p. 298.
[6] *Ibid.*, 1859, p. 70.

sibilité des papiers photographiques, et au lieu d'opérer comme autrefois sur des papiers à image apparente d'une lenteur bien connue, on n'utilise plus aujourd'hui que les papiers rapides au bromure d'argent.

L'obtention des agrandissements est devenue maintenant une opération élémentaire à la portée du plus modeste amateur. On utilise pour ce travail un appareil très simple que l'on nomme la *lanterne d'agrandissement* (fig. 71). Cette lanterne renferme une source

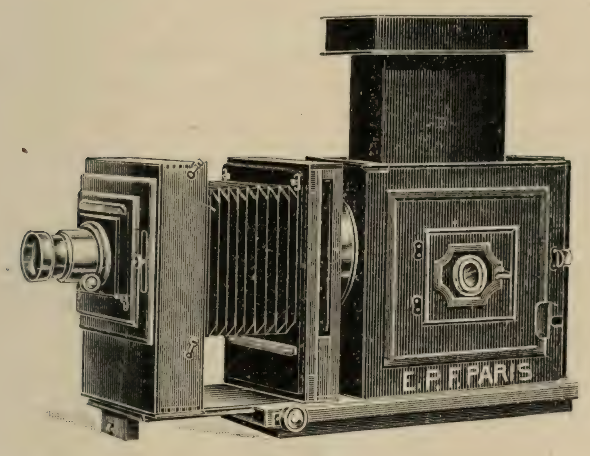


Fig. 71.

de lumière artificielle qui éclaire régulièrement, au moyen d'un condensateur, le négatif à agrandir; un objectif que l'on peut rapprocher ou éloigner de ce dernier projette son image à la taille voulue sur la surface sensible.

Presque toutes les sources de lumière artificielle que nous avons décrites dans la première partie pourront

être employées ; cependant certaines d'entre elles sont préférables dans la pratique.

Rappelons pour mémoire quelques essais qui ont été faits avec le magnésium.

En 1864, à la *Société photographique de la Grande-Bretagne*[1], M. Smyth exécute un agrandissement à la lumière du magnésium. La quantité de fil employé avait 30 centimètres de longueur et correspondait à $0^{gr},776$.

M. Salomon présente à la même *Société*[2] des épreuves agrandies obtenues également avec le magnésium en fil. Il opère sur papier albuminé avec développement à l'acide gallique. Le temps d'exposition variait de 20 à 40 secondes.

Plus tard, MM. Van Tenac et Hermann imaginent un appareil d'agrandissement à la lumière artificielle qu'ils dénomment *réflectoscope*. Cet appareil permet de reproduire non seulement des clichés par transparence mais encore des objets opaques, ce qui permet de faire un agrandissement direct d'une photographie, par exemple. Il a de plus une particularité intéressante, c'est d'évacuer les produits de combustion. On peut donc faire fonctionner cet appareil tout le temps voulu sans que les produits de combustion puissent se déposer sur le système optique et compromettre la réussite de l'opération, ce qui serait inévitable si la combustion avait lieu dans une lanterne close. La durée de pose n'est que de quelques secondes.

Ces expériences, fort intéressantes à l'époque, n'ont plus qu'un intérêt rétrospectif.

[1] *The Photographic Journal London*, 15 juin 1864.
[2] *The British Journal of Photography*, 14 février 1868.

En 1870, M. Romain Talbot présente un appareil d'agrandissement à la lumière oxhydrique qui donne d'excellents résultats; la durée d'exposition est très courte, quelques secondes seulement[1]. Cette source de lumière est une des plus pratiques que l'on ait indiquées.

La lumière électrique donne également de bons résultats, soit que l'on emploie l'arc lui-même ou une forte lampe à incandescence; on utilise aussi avec succès la lampe Nernst. Les becs intensifs, comme le bec Auer, l'acétylène, une bonne lampe à alcool ou à pétrole de fort calibre, conviendront tout aussi bien.

En résumé, chacun emploiera la source de lumière qui lui paraîtra préférable ou dont l'emploi lui sera le plus commode. La durée d'exposition variera naturellement d'après l'intensité de la source et d'après l'échelle de l'agrandissement.

Avec la lanterne d'agrandissement, le travail s'exécutera avec la plus grande facilité; il n'y aura qu'une précaution à prendre, c'est de bien centrer la lumière, afin d'avoir un champ uniformément éclairé.

Si l'on emploie la chambre à trois corps, qui permet soit l'agrandissement soit la réduction, on sera amené, dans ce dernier cas, à éclairer régulièrement un grand négatif. Ce problème est assez délicat à résoudre dans la pratique. Il ne faut pas se servir des rayons directs de la source, mais bien employer une large surface dépolie ou opaline interposée entre la lumière et le cliché. On peut éclairer cet écran diffusant par une ou plusieurs sources de lumière.

[1] *B. S. F. P.*, 1870, p. 90.

M. Gervais-Courtellemont, qui s'est fait une spécialité de la reproduction des autochromes à une échelle quelconque, emploie un écran diaphane qui est éclairé par une forte lampe à arc[1].

MM. Guibert et Boisard disposent derrière une surface dépolie cinq lampes Nernst placées en quinconce. Ces deux dispositifs résolvent parfaitement le problème.

2° *Microphotographie à la lumière artificielle.* — Dès les premiers temps de la photographie, on comprit l'intérêt qu'il y aurait à reproduire l'image agrandie que nous percevons avec le microscope, à la conserver, à la multiplier, à la comparer à d'autres et enfin à la publier.

Bertsch qui, l'un des premiers, fit d'excellentes photomicrographies, déplorait déjà à l'époque l'inconstance du soleil[2]. Ne pouvoir opérer que lorsqu'il y a du soleil n'est pas compatible avec l'usage d'un appareil de recherches dont on peut avoir besoin à tout moment.

Aussi, dès la même année, Duboscq emploie l'arc électrique.

La supériorité de la lumière artificielle dans l'espèce est indiscutable, car avec celle-ci le travail peut être régulier et continu, tandis qu'à la lumière naturelle il est intermittent et souvent impossible.

Sans entrer dans la description des appareils spéciaux destinés à exécuter la microphotographie[3], il nous suf-

[1] *B. S. F. P.*, 1904, p. 570.

[2] *Ibid.*, 1857, p. 338.

[3] P. Montpillard, Microphotographie et Macrophotographie. Encyclopédie Scientifique. O. Doin et fils éditeurs.

fira d'indiquer les sources de lumière artificielle qui peuvent être employées et de signaler leurs avantages et leurs inconvénients.

Disons de suite que la source de lumière doit être puissante, aussi actinique que possible, d'une grande fixité et enfin présenter un foyer très réduit.

Voici celles que l'on emploie le plus généralement :

A. — *Lumière électrique par arc.*

C'est cette source qui, incontestablement, possède la plus grande intensité : elle est très riche en radiations bleues et violettes et permettra par suite les expositions les plus courtes. Le foyer est assez réduit, cependant la fixité peut quelquefois laisser à désirer par suite de l'usure inégale des charbons ou des impuretés que ceux-ci peuvent contenir.

B. — *Lumière électrique par incandescence.*

La lumière produite par une ampoule électrique est très stable et convient parfaitement pour la microphotographie; mais elle exige des durées d'exposition plus prolongées, cela va sans dire, parce que l'intensité est plus faible et que les radiations émises tendent plutôt vers le jaune. Il est vrai qu'en se servant de lampes survoltées, on obtiendra une lumière beaucoup plus actinique.

Au lieu d'employer des filaments de large surface comme ceux que l'on utilise pour l'éclairage, on se sert d'un filament très rétréci, afin d'avoir un point lumineux très étroit.

Dans cet ordre d'idées, M. Trouvé a construit un petit appareil, le *photophore*, qui convient parfaitement pour la microphotographie.

On a récemment employé la lampe Nernst, qui remplit précisément ces conditions.

C. — *Lumière oxhydrique.*

Celle-ci est d'un usage courant dans les laboratoires ; mais on a abandonné le classique bâton de chaux, qui avait l'inconvénient de s'user et de se creuser sous l'influence du dard lumineux ; par suite, la fixité n'était pas assurée. On lui substitue aujourd'hui des petites lentilles ou des petites sphères en terre réfractaire rare, comme la magnésie. Le point lumineux est ainsi réduit au minimum et la fixité ne laisse rien à désirer.

D. — *L'acétylène.*

L'acétylène peut donner également d'excellents résultats. Avec certains becs, on obtient un foyer lumineux très rétréci et l'éclairage est assez intense. La fixité est convenable si l'on a un bon générateur. A ce propos, on aura avantage dans les laboratoires à se servir d'acétylène dissous, dont l'usage est éminemment pratique.

On n'a pas cherché à employer le magnésium en fil, dont la lumière est cependant si actinique, par la raison bien simple que la fixité du point lumineux n'est pas suffisante dans l'espèce.

On a proposé également l'emploi du bec Auer, de la lampe à alcool à manchon et du pétrole additionné

de 2/100 de camphre (Miguel). Dans la pratique cependant, nous devons reconnaître que l'on donne généralement la préférence à l'éclairage électrique par incandescence, à la lampe Nernst ou encore à la lumière oxhydrique.

Microphotographie instantanée. — Suivant dans ces études la même marche que dans les autres branches de la photographie, on a d'abord reproduit les préparations fixes, puis on a cherché à saisir instantanément les infiniment petits en mouvement, et enfin aujourd'hui on arrive à les cinématographier sous le champ du microscope.

Pour résoudre ce problème particulièrement délicat, il est de toute nécessité d'utiliser les sources lumineuses les plus intenses à cause du grossissement la plupart du temps considérable de l'image, puis de la brièveté de la pose qu'il faut réaliser pour avoir avec une netteté parfaite l'image du sujet en mouvement. On emploiera donc de préférence l'arc électrique.

Il faudra des dispositifs tout à fait spéciaux pour effectuer la microphotographie soit instantanée, soit cinématographique. Sans entrer dans la description de ces appareils, qu'il nous suffise d'indiquer les conditions qu'ils doivent remplir.

Il est de toute nécessité que l'opérateur puisse voir l'image, la mettre au point, suivre le sujet à reproduire et enfin le saisir instantanément au moment qu'il juge le plus convenable.

Nachet a le premier présenté un appareil de ce genre, que l'on pourrait appeler *à vision simultanée*[1]. Le

[1] *B. S. F. P.*, 1888, p. 182.

microscope comporte deux corps, l'un qui sert pour l'observation et l'autre pour la photographie. Un prisme à réflexion totale renvoie normalement l'image donnée par l'objectif dans le tube d'observation. On effectue comme d'habitude la mise au point, puis, au moment voulu, on déplace le prisme au moyen d'un ressort spécial. La lumière est alors admise sur la plaque pendant un temps très court, ce qui permet de réaliser l'instantanéité.

Dernièrement, M. Briaudeau a fait construire un appareil reposant sur le même principe, mais qui est beaucoup plus perfectionné et présente des dispositifs très ingénieux pour éviter les inconvénients qui résultent de l'emploi des lumières de grande intensité, soit pour l'œil de l'observateur, soit pour les organismes vivants que l'on étudie[1].

Microphotographie cinématographique. — On ne s'est pas contenté de photographier instantanément les infiniment petits dans le champ du microscope, on a cherché à analyser leurs mouvements par la chronophotographie, puis la cinématographie, pour en reconstituer la synthèse sur l'écran de projections. Il nous suffira de rappeler les beaux travaux de M. Marey sur cette question[2].

Depuis, M. Victor Henri, dans le laboratoire du professeur Franck, a utilisé la cinématographie à la lumière artificielle pour étudier les mouvements browniens[3].

[1] *B. S. F. P.*, 1909, p. 73.
[2] E. Marey, ch. XVII, p. 285.
[3] V. Henri, *Comptes rendus*, 18 mai 1908.

M. le docteur Comandon, dans sa thèse inaugurale, présente un travail du plus haut intérêt sur l'emploi du cinématographe combiné avec l'ultra-microscope. Pour cette application toute nouvelle, l'auteur utilise une lampe à arc de 30 ampères[1].

Comme conclusion, nous voyons, ici comme partout ailleurs, la lumière artificielle remplacer la lumière naturelle.

[1] J. Comandon, *Comptes rendus*, 22 novembre 1909; *B. S. F. P.*, 1910, p. 36.

CHAPITRE XXIV

APPLICATIONS DIVERSES DE LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE DANS LES SCIENCES

En terminant cet ouvrage, nous ne pouvons pas passer sous silence un certain nombre d'applications de la lumière artificielle, principalement dans les méthodes d'enregistrement, lesquelles rendent de si grands services dans les sciences physiques et naturelles.

Il ne saurait entrer dans notre pensée de décrire tous les appareils enregistreurs qui, basés sur l'emploi d'une lumière artificielle, permettent d'inscrire la marche d'un phénomène sur la surface photographique ; ceci nous entraînerait trop loin ; mais ce qui nous aurons à examiner, ce sont les méthodes générales et les sources de lumière artificielle à employer dans chaque cas déterminé. On verra ainsi combien l'usage de la lumière artificielle et de la photographie ont contribué au développement de la méthode graphique.

Deux méthodes générales ont été indiquées : l'une qui consiste à recevoir, sur la surface sensible fixe ou mobile, suivant les cas, un faisceau lumineux très étroit émanant directement de la source ; l'autre qui

consiste, dans les mêmes conditions, à recevoir la lumière de la source par réflexion dans un miroir.

Si le poids de la source ne peut modifier en quoi que ce soit l'allure du phénomène à analyser, on place celle-ci sur l'objet même à étudier et on opère directement. Dans ce cas, on emploie généralement la lampe à incandescence, qui donne un point lumineux très réduit. Si, au contraire, le poids de la lampe peut apporter une perturbation quelconque, on la remplace par un petit miroir d'un poids infime, et l'on se sert alors d'une source fixe dont la lumière sera renvoyée par celui-ci sur la surface sensible. Dans cette seconde méthode, on peut employer, si nécessaire, des sources de lumière plus intenses; mais on aura soin de disposer devant elles un écran opaque percé d'une toute petite ouverture, qui ne laissera passer qu'un pinceau lumineux très étroit.

Dans un cas comme dans l'autre, c'est ce pinceau lumineux qui va remplacer le style des appareils enregistreurs. On sait que le frottement de celui-ci sur le cylindre enfumé n'est pas négligeable, qu'il peut entraîner quelques erreurs et conduit à l'obligation de certaines corrections. Avec l'enregistrement par le pinceau lumineux sur la plaque, il n'y a plus aucun organe mécanique en jeu, et cet inconvénient n'existe plus.

Cependant il est des cas où il ne sera pas possible de placer même un miroir, si léger qu'il soit, parce que l'organe que l'on veut analyser est ou trop délicat ou non accessible; il faudra donc opérer d'une troisième manière. Nous allons étudier successivement ces différentes méthodes.

A. — *Emploi de la lumière artificielle directe dans les appareils enregistreurs.*

Le principe consiste à placer une lampe à incandescence sur la partie dont on veut étudier les mouvements et à recevoir cette image sur la plaque sensible par les procédés habituels. On peut encore employer un étroit faisceau lumineux, comme nous allons le voir dans un instant. Dans ce cas, la source de lumière est fixe et l'écran disposé sur l'organe dont on veut enregistrer les mouvements.

Chronophotographie à la lumière artificielle. — La plus intéressante application qui ait été faite de cette méthode est celle qui a été indiquée par M. Demeny. Reconnaissant les difficultés que l'on rencontre dans la pratique pour exécuter la chronophotographie à la lumière naturelle, il propose d'effectuer ces études à la lumière artificielle.

On sait que M. Marey avait imaginé une méthode originale pour l'étude du mouvement et qui consistait à reproduire le modèle vêtu de noir et portant aux diverses articulations des points brillants[1].

MM. Quenu et Demeny ont eu l'idée d'opérer dans l'obscurité et de remplacer les points brillants par des petites lampes à incandescence. L'installation de ce dispositif a été faite à l'hôpital Beaujon[2] et a servi pour l'étude des démarches normales et pathologiques.

[1] Marey, **2**, p. 34.
[2] *Id.*, **1**, p. 76.

La chronophotographie est réalisée, dans le cas présent, par le passage d'un disque fenêtré devant l'objectif; on obtient ainsi cinq images à la seconde. Le modèle se déplaçant parallèlement à la plaque, ses images successives se feront sur des parties différentes de celle-ci; en un mot, on opère sur plaque fixe.

Nous verrons dans un instant que, si le point lumineux est fixe ou n'a que de faibles déplacements, l'inscription devra se faire sur une plaque mobile, soit mieux sur une pellicule ou un papier sensible entraînés d'un mouvement régulier de translation.

Enregistrement des tremblements nerveux. — Nous avons appliqué cette méthode, avec M. Dutil, à la Salpêtrière, pour l'enregistrement des tremblements nerveux chez certains malades. Une toute petite lampe à incandescence était fixée sur le dos de la main du sujet, et son image était reçue au moyen d'une lentille sur une feuille de papier sensible enroulée sur un cylindre Foucault. Pour avoir la notation du temps, un pendule intercalé sur le trajet lumineux venait couper la trace toutes les secondes[1].

Enregistrement des dépêches optiques. — Tout le monde a entendu parler de la télégraphie optique, qui a une grande importance au point de vue militaire en permettant de communiquer à d'assez grandes distances au moyen d'un simple rayon de lumière que l'on laisse passer en émissions brèves ou longues, de manière à constituer un alphabet analogue à celui du télégraphe Morse.

[1] A. Londe, **2**, p. 690.

Nous avons pensé qu'il serait intéressant de pouvoir au besoin enregistrer ces dépêches optiques, et nous avons fait à ce sujet, il y a un certain nombre d'années, des expériences entre le Mont Valérien et le Trocadéro, en collaboration avec MM. Mareschal et J. Ducom. L'image de la source lumineuse était reçue sur un ruban de pellicule sensible se déroulant au foyer de l'appareil récepteur. Celui-ci avait été construit spécialement par M. Dessoudeix. Les résultats obtenus ont été satisfaisants, bien que la lumière employée ne fût qu'une simple lampe à pétrole et que les préparations de l'époque fussent loin d'avoir la sensibilité actuelle. En employant une source de lumière plus puissante, le problème peut être considéré aujourd'hui comme complètement résolu.

Enregistrement de la vitesse des obturateurs photographiques. — On fixe sur un diapason donnant 1 000 V. S. à la seconde un petit écran percé d'une étroite ouverture vivement éclairée par l'arc électrique. On met le diapason en marche, et on photographie l'image du point lumineux sur une plaque en mouvement au moyen de l'obturateur à essayer. On obtient une sinusoïde dont chaque demi-vibration correspond à 1/1 000 de seconde. Cette méthode permettra donc de mesurer avec une très grande précision la vitesse d'un obturateur[1].

Enregistrement de la durée de combustion des photopoudres. — L'appareil que nous avons fait construire à cet effet et qui a été décrit dans le chapitre VII est

[1] A. Londe, **4**, p. 100; **2**, p. 135.

basé exactement sur le même principe. C'est grâce à lui que nous avons pu connaître d'une manière très exacte la durée de combustion des poudres éclairantes. Inutile d'insister davantage.

M. Gilbault a employé la même méthode pour étudier la loi de décroissance de la vibration d'un corps élastique[1].

Enregistrement du mouvement des marées. — On a proposé d'enregistrer le mouvement des marées en disposant, sur un flotteur que le flot fait monter et descendre, une source de lumière qui envoie un faisceau sur une surface sensible entraînée par un mouvement d'horlogerie[2].

Cette méthode générale, dont nous venons de donner un certain nombre d'applications, est susceptible d'en recevoir bien d'autres.

B. — *Emploi de la lumière artificielle réfléchie dans les appareils enregistreurs.*

Nous avons vu que, lorsque l'objet à analyser ne pouvait supporter le poids de la source lumineuse, on remplaçait celle-ci par un miroir très léger; dans ce cas, on emploie alors une source de lumière fixe. L'image est toujours reçue sur une surface sensible en mouvement.

Nous allons signaler les principaux appareils qui ont été établis dans cet ordre d'idées.

[1] G.-H. NIEWENGLOWSKI, **1**, p. 65.
[2] FABRE, *Aide-mémoire de photographie*. 1877.

L'*électromètre* de M. Mascart est destiné à enregistrer l'électricité atmosphérique. Tous les mouvements de l'aiguille de cet appareil sont inscrits sur la surface sensible grâce à un minuscule miroir qui renvoie les rayons de la source lumineuse, en l'espèce une simple lampe à essence.

Le *magnétomètre* du même savant est établi pour enregistrer les variations du magnétisme terrestre. Il inscrit sur une même feuille de papier sensible trois traces horizontales, qui donnent les variations de la composante horizontale, de la composante verticale et de la déclinaison.

Pour enregistrer les mouvements de la terre, M. Wolff dispose à l'extrémité d'un long tunnel de cent pieds de long et creusé à peu près à la même profondeur sous le sol un bain de mercure qui réfléchit à sa surface un point lumineux fixe ; un jeu de miroirs réfléchit ce point à l'autre extrémité du tunnel sur une surface sensible se déplaçant d'un mouvement continu. Si la terre est immobile, les deux images réfléchies coïncident ; mais il n'en est plus de même s'il y a la moindre oscillation.

L'étude des vibrations de la voix et l'enregistrement des sons ont donné lieu à de nombreuses recherches, pour lesquelles les différents auteurs ont toujours employé des procédés basés sur l'emploi d'un miroir et d'une lumière artificielle. Nous citerons MM. Raps, James Cadett, F. Green, et plus récemment M. Marage[1].

M. Hermann et M. Edison ont enregistré également

[1] *Comptes rendus*, 23 mars 1908.

sur la plaque photographique les vibrations du phonographe et du gramophone.

C. — *Emploi de la lumière artificielle diffusée dans certains appareils enregistreurs.*

Nous venons de voir quels services pouvait rendre l'étroit pinceau lumineux émanant d'une source de lumière, soit directe, soit réfléchie, et cependant il est des cas dans lesquels il n'y aura pas moyen de faire usage des méthodes précédentes et où il sera impossible de placer sur l'objet à examiner soit la source elle-même, soit un miroir, quelque léger qu'il soit.

C'est ce qui arrivera si l'on veut enregistrer, par exemple, les variations de la colonne de mercure dans un thermomètre ou un baromètre, c'est-à-dire dans une cavité close et vide d'air. On procède alors différemment : on éclaire à la lumière artificielle le thermomètre ou le baromètre encadrés dans un écran opaque, et derrière celui-ci se meut à vitesse connue une feuille de papier sensible. La colonne de mercure, n'étant pas transparente, arrêtera toute impression; au contraire, dans la partie libre, le papier sera insolé. Au développement, on obtiendra deux plages, l'une blanche et l'autre noire, dont la limite indiquera toutes les variations de la colonne de mercure.

Cette méthode diffère des précédentes en ce sens que ce n'est plus un étroit pinceau de lumière qui inscrit sa trace sur la surface sensible, mais bien un large faisceau lumineux qui, envoyé sur celle-ci, est arrêté par les parties non transparentes de l'appareil, tandis qu'il passe librement par les autres.

Ce principe a été appliqué par M. Marey à l'*électromètre* de M. Lippmann. Ici encore, c'est la colonne très mince de mercure qui formera écran à la lumière de la source[1].

Le docteur Winternitz emploie un procédé analogue pour enregistrer les mouvements du pouls[2].

Ronalds enregistre photographiquement les déplacements de l'aiguille dans l'hygromètre à cheveu.

Il étudie aussi les variations électriques de l'air au moyen d'un électroscope composé de deux feuilles d'or. L'ombre de ces deux feuilles, éclairées par une source de lumière, donne deux courbes représentant à chaque instant l'état électrique de l'air.

MM. Kringer et Menzel ont analysé par un procédé analogue les vibrations des cordes[3].

Emploi de certaines sources de lumière artificielle de très courte durée pour l'analyse de phénomènes très rapides.

Parmi les sources de lumière artificielle, la plupart sont des sources continues, mais cependant quelques-unes ne sont que momentanées. Parmi ces dernières, nous citerons principalement l'éclair magnésique et l'étincelle électrique. Or si l'éclair magnésique n'a qu'une rapidité relative, l'étincelle électrique est au contraire excessivement courte. Alors que précédemment nous avons démontré que l'on ne pouvait pas

[1] Marey, I, p. 49.
[2] Koehler, p. 173.
[3] G.-H. Niewenglowski, I, p. 66.

réaliser l'instantanéité par l'éclair magnésique, nous devons reconnaître qu'avec l'étincelle électrique il sera possible de réaliser des durées d'exposition excessivement brèves.

L'emploi de l'étincelle électrique a donné, dans l'étude des projectiles en mouvement, des résultats de tout premier ordre qu'on n'aurait jamais pu avoir à la lumière du jour.

En effet, pour un projectile qui se déplace de 600 à 800 mètres à la seconde, le temps de pose doit être de l'ordre du millionième de seconde environ; or il est à peu près impossible d'obtenir par un procédé mécanique une obturation aussi courte.

Les premiers résultats ont été publiés par MM. Mach et Salcher, qui se servaient de la décharge d'une batterie de Leyde comme source éclairante[1].

M. Boys, dans son laboratoire du Royal College of Science, à Londres[2], a obtenu de son côté de remarquables épreuves de projectiles à la lumière de l'étincelle électrique

En France, M. de Ponton d'Amécourt et le colonel Journée ont fait d'intéressants travaux sur la question, et grâce à leur amabilité nous pouvons donner la reproduction d'une de leurs épreuves originales (fig 72).

Dans le même ordre d'idées, le docteur Schwinning serait arrivé à faire six épreuves successives pendant la très faible durée de la décharge électrique.

Le professeur Brashear a construit pour le gouvernement des États-Unis un appareil chronophotogra-

[1] *La Nature*, 1888, t. I, pp. 210 et 387.
[2] *Revue générale des sciences*, 15 octobre 1892.

phique pour enregistrer la vitesse des projectiles lancés par les canons. Un seul levier suffit pour faire partir la pièce, mettre en marche le diapason vibrant,



Fig. 72. — Photographie d'une balle de fusil Lebel modèle 1886. Vitesse 630 mètres à la seconde.

ouvrir l'obturateur instantané et envoyer la lumière qui éclairera la plaque.

M. Boys, puis M. Lenard, ont également employé l'étincelle électrique pour photographier la veine liquide et la chute d'une goutte d'eau.

M. Worthington a publié plus récemment sur cette dernière question un remarquable travail qui renferme des épreuves de toute beauté. La durée d'éclairement de l'étincelle employée a été inférieure à $\frac{3}{1\,000\,000}$ de seconde[1].

Dans un travail suivant, l'auteur est arrivé à produire une succession d'étincelles à 1/1 000 de seconde d'intervalle et à obtenir ainsi une série chronophotographique sur pellicule en mouvement.

Applications diverses.

Il nous reste à voir encore quelques applications intéressantes de la lumière artificielle, qui ne rentraient pas dans la classification que nous avons cru devoir adopter et que nous ne pouvons pas cependant passer sous silence.

Photographies de feux d'artifices. — Les feux d'artifices sont des compositions pyrotechniques, soit fixes, soit mobiles, qui produisent une lumière éclatante. Nous avons du reste vu, dans la première partie de cet ouvrage, que certaines de ces compositions pouvaient être employées en photographie. Actuellement, il s'agit de voir ce qui arrivera si l'on photographie directement une pièce d'artifice. On pourrait craindre tout d'abord que la plaque ne soit voilée par la lumière intense produite; il n'en est rien, et, au contraire, on aura une impression très nette du point lumineux qui

[1] *La Nature*, 1909, t. II, p. 199.

est produit par l'artifice au moment de sa combustion.



Fig. 73. — Bouquet de fusées dans les jardins du Trocadéro.

Celui-ci se comporte en somme comme une source lu-

mineuse très étroite, qui s'inscrira sur la plaque ainsi

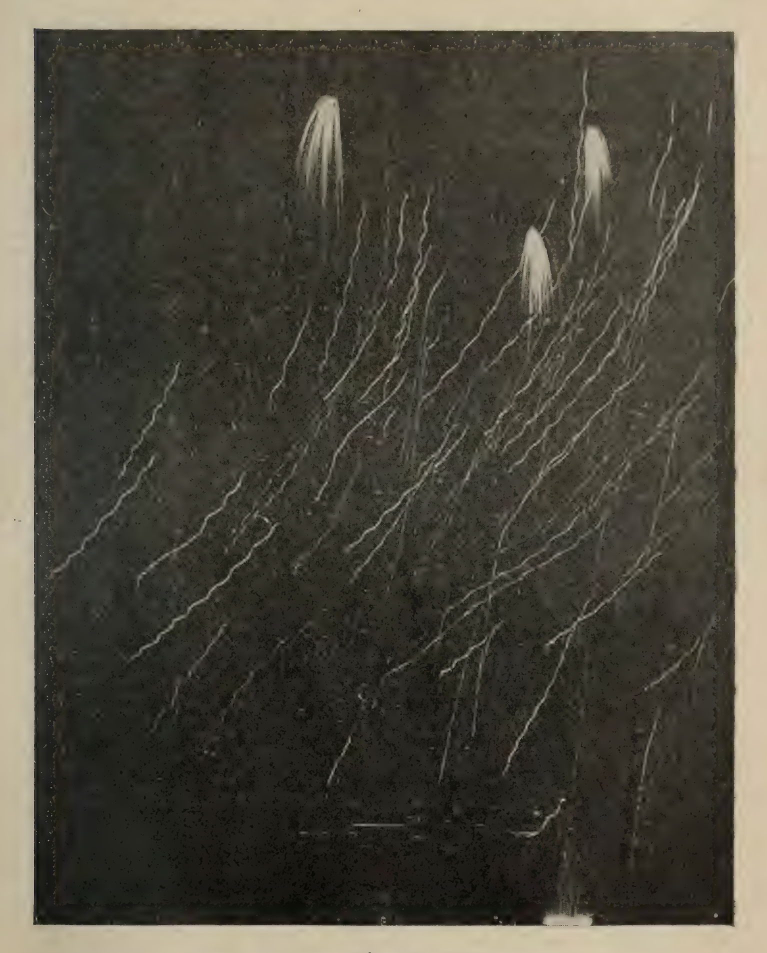


Fig. 74. — Bouquet de fusées parachute.

qu'un point et décrira une trajectoire si elle est mobile.

Rien n'est plus simple que d'obtenir des reproduc-

tions de feux d'artifices. Après avoir mis au point sur les premières fusées, s'il s'agit de pièces volantes, ou avec une bougie, comme dans la photographie des intérieurs ou des cavernes, s'il s'agit de pièces fixes faites à courte distance, on met le châssis et on démasque la plaque.

Pour les pièces volantes, on referme lorsque l'on a vu partir un nombre suffisant de fusées ou de bombes; il faut que la plaque soit suffisamment garnie, mais pas trop, crainte de confusion. S'il s'agit d'un bouquet, on laissera l'appareil ouvert tout le temps de la durée de celui-ci.

Pour les pièces fixes, qui sont généralement à plusieurs effets, il est indiqué de ne faire qu'un effet sur une même plaque, par crainte de confusion de l'image.

Nous allons reproduire un certain nombre de nos photographies représentant les résultats obtenus avec diverses pièces volantes ou fixes.

La figure 73 représente un bouquet de fusées dans les jardins du Trocadéro. La figure 74 représente un bouquet de fusées parachute dont l'aspect est tout différent; en effet, ces pièces sont des feux de bengale qui, lancés à une grande hauteur, descendent soutenus par un petit parachute et se balancent sous l'action du vent; de là, toutes ces lignes ondulées qui ressemblent à des sinusoïdes. Dans le haut de l'épreuve, on aperçoit les gerbes de trois bombes; dans le bas, la silhouette de l'École militaire et les becs de gaz du Champ de Mars.

La figure 75 représente un bouquet de chenilles. Ces pièces sont basées sur le même principe que les fusés parachute; mais, au lieu d'un seul feu de ben-

gale, elles en comportent un plus ou moins grand nombre. De cette manière, ces divers points lumineux donneront sur la plaque des impressions parallèles. On se rend parfaitement compte sur cette épreuve, par l'in-

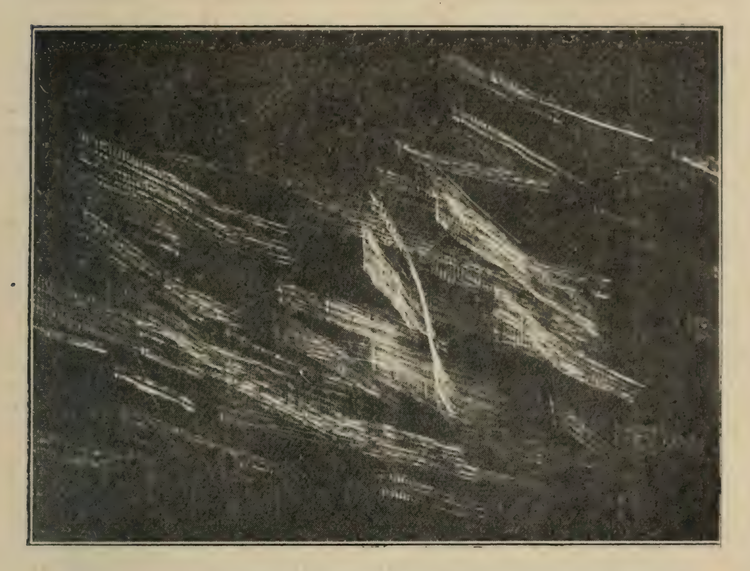


Fig. 75. — Bouquet de chenilles.

clinaison des traces, que le vent était beaucoup plus fort que dans la figure 74. Les figures 76 et 77 représentent deux pièces fixes.

Nous avons pensé à reprendre ces expériences avec les plaques autochromes, qui auraient l'avantage de donner non seulement le dessin d'une pièce, mais encore ses diverses colorations. Il va de soi qu'avec la lenteur relative des plaques autochromes il ne faut songer pour le moment qu'à reproduire des pièces

fixes. C'est ce que nous avons pu faire grâce à l'obligeance de M. Aubin (maison Ruggieri), qui a bien voulu nous préparer des pièces spéciales sur nos indications. Les résultats ont été des plus encourageants, et nous pouvons affirmer que la photographie en couleurs des pièces d'artifices fixes est désormais possible.



Fig. 76. — Soleil.

En ce qui concerne les pièces volantes, le champ est ouvert aux chercheurs.

Photographie de l'étincelle électrique. — Il ne s'agit plus maintenant, comme tout à l'heure, d'utiliser l'étincelle électrique pour analyser un phénomène de très courte durée, mais bien de demander à celle-ci des renseignements susceptibles de nous éclairer sur

sa nature, sa composition. Dans l'hypothèse présente, notre œil est absolument incapable de voir quoi que ce soit, et c'est la plaque photographique qui va lui être de beaucoup supérieure. C'est elle, en effet, qui nous a permis d'obtenir de l'étincelle électrique des images d'une perfection saisissante.

Il nous suffira de rappeler les beaux travaux sur la



Fig. 77. — Pièce fixe.

question de Daft, du docteur Stein, de Ducretet, de Trouvelot, etc. On connaît maintenant la forme et la structure des étincelles, qu'elles soient produites par la bobine d'induction ou la machine statique. On sait, par exemple, que leur forme est absolument différente suivant qu'il s'agit d'un pôle ou de l'autre[1]. Nous

[1] A. Londe, **2**, p. 683.

publions à ce sujet deux très belles épreuves de M. Roger, le très habile successeur de M. Ducretet (fig. 78 et 79).

M. Mach, par la méthode du miroir tournant, a pu

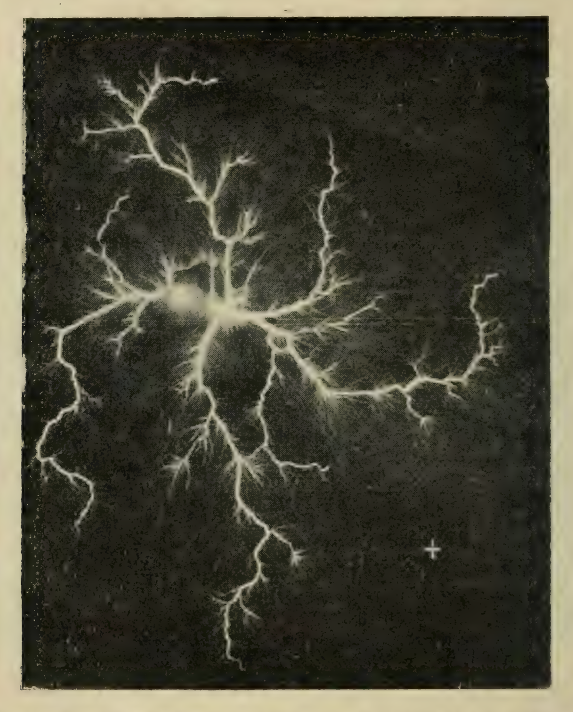


Fig. 78. — Étincelle électrique. (Pôle positif.) (Cliché Roger-Ducretet.)

déterminer exactement la durée de l'étincelle électrique.

Ces résultats, de la plus haute importance au point de vue scientifique, sont dus à l'emploi de la plaque photographique, qui seule a permis d'analyser la lumière artificielle elle-même.

Photographie des éclairs. — Après avoir analysé l'étincelle électrique, il était tout indiqué de reproduire la décharge qui s'effectue dans l'atmosphère au moment de l'orage et qui constitue l'éclair.

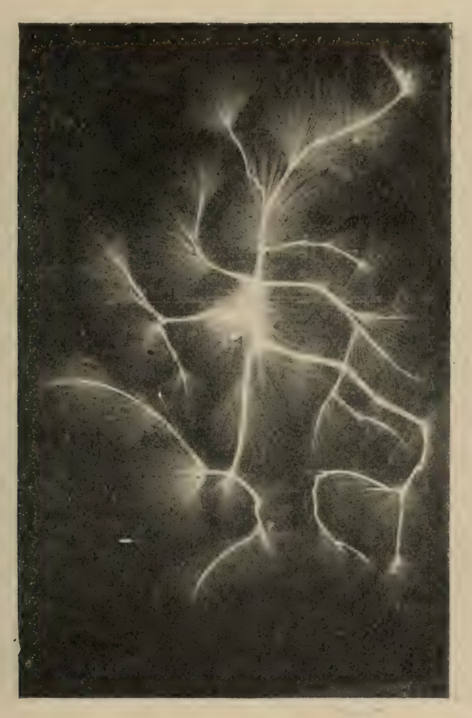


Fig. 79. — Étincelle électrique. (Pôle négatif.) (Cliché Roger-Ducretet.)

A vrai dire, ce phénomène n'a aucun rapport avec la lumière naturelle ; mais il ne constitue pas davantage une lumière artificielle au sens que nous avons admis au cours de cet ouvrage, car il n'est nullement sous notre dépendance. Seulement l'analogie est tellement grande, que nous croyons devoir rapprocher les photo-

graphies d'éclairs de celles des éclairs artificiels, tels que l'éclair magnésique ou encore l'étincelle électrique. Non pas qu'il s'agisse dans l'espèce d'opérer à la lumière même de l'éclair : certains opérateurs ont essayé d'obtenir des images dans ces conditions ; mais les résultats ont été plutôt médiocres, car ce n'est qu'en profitant de la lumière émise par un certain nombre d'éclairs successifs que l'on peut obtenir un résultat à peu près convenable. La photographie à la lumière de l'éclair peut être considérée comme une curiosité, mais elle n'a pratiquement aucun avenir. Enfin, si l'on reproche à la lumière naturelle d'être intermittente, que dire de l'éclair, qui est un phénomène exceptionnel et relativement rare ?

Au contraire, les études qui ont été faites pour photographier l'éclair lui-même, sa direction, sa forme, ses ramifications, ont été couronnées d'un plein succès. Il suffit de diriger la chambre noire vers le point du ciel où l'orage gronde, en ayant soin de mettre la mise au point sur l'infini ; on ouvre alors le châssis et l'objectif. Comme on ne peut opérer que la nuit, il n'y a aucun inconvénient à laisser la plaque démasquée en attendant l'éclair. Aussitôt celui-ci produit, on ferme l'objectif.

Les images obtenues de la sorte ont éclairé complètement les savants sur la nature d'un phénomène que notre œil ébloui est absolument incapable d'analyser. Nous rappellerons à ce propos les belles expériences de M. Trouvelot[1], qui est arrivé par une méthode fort ingénieuse à démontrer que la durée de l'éclair n'est

[1] A. Londe, 2, p. 680.

pas aussi courte qu'on le croit généralement ; elle est, au contraire, parfaitement appréciable. Cette observation est à rapprocher des travaux que nous avons faits sur l'éclair magnésique et qui nous ont prouvé que celui-ci également n'a pas non plus la rapidité que l'on pensait[1].

Nous publions (fig. 80) une très remarquable épreuve de M. G. Loppé qui est extraite d'une brochure de M. Émile Touchet sur la photographie des éclairs. Elle a été prise le 3 juin 1902, à 9 h. 20 du soir. La durée d'exposition a été de 22 minutes. Trois éclairs successifs ont frappé le paratonnerre de la Tour Eiffel ; d'autres sont visibles à l'horizon.

Cette photographie est intéressante à d'autres points de vue, parce qu'elle constitue une épreuve prise la nuit. Les illuminations de la Tour Eiffel, les becs de gaz et électriques se sont trouvés reproduits, mais avec un halo inévitable avec la pose réalisée par contre, la silhouette de la Tour se dessine bien sur le ciel, les toits du premier plan sont bien visibles. On voit ainsi ce que peut donner la photographie la nuit, à condition de faire des durées d'exposition suffisamment prolongées.

Photographie de l'éclair magnésique. — Dans le cas de l'étincelle électrique et de l'éclair naturel, la durée de ces phénomènes est si courte, qu'il n'est pas nécessaire de se servir de l'obturateur ; avec l'éclair magnésique, il n'en est pas de même. A cause de sa durée relative, si on enregistre sa durée tout entière, on

[1] C.-E. Guillaume, *La Nature*, 1895, t. I, p. 213.



Fig. 80. — Photographie d'éclairs. (Cliché G. Loppé.)

n'aura qu'une image composite, laquelle pourra don-

ner à la rigueur quelques renseignements sur la forme de la gerbe, son volume, mais aucun sur la constitution même du phénomène. Il faut recourir à la photographie instantanée, et mieux encore à la chronophotographie. C'est ce que nous avons fait avec notre appareil à douze objectifs. Nous avons obtenu ainsi les renseignements les plus complets sur la nature même de l'éclair magnésique (chapitre VIII). Inutile d'y revenir.

En résumé, au point de vue scientifique, la reproduction directe des différentes sources de lumière artificielle nous a donné des documents des plus précieux qu'il eût été impossible d'obtenir autrement.

Applications aux sciences naturelles.

Ici encore la lumière artificielle est venue suppléer et remplacer la lumière naturelle intermittente ou absente. Nous allons citer quelques applications spéciales qui ne rentraient pas dans la division adoptée dans le présent chapitre.

Disons de suite que, dans tous les laboratoires de recherches, la lumière artificielle tend à supplanter de plus en plus la lumière naturelle. Ceci se comprend du reste parfaitement, car on a toujours la lumière artificielle à son entière disposition, tandis que l'on est tributaire de la lumière naturelle.

Le professeur Marey, qui avait fait presque tous ses beaux travaux à la lumière solaire, était arrivé à la fin de sa carrière à utiliser les lumières artificielles. C'est ainsi qu'il emploie l'arc électrique pour étudier le

mouvement de l'aile chez les insectes sous le champ du microscope. Par la suite, il imagine une ingénieuse méthode pour enregistrer les mouvements de l'air; la source de lumière employée était l'éclair magnésique qui lui a donné de remarquables résultats[1].

Peu après, M. Hele-Shaw, professeur à l'Université de Liverpool, étudie, par une méthode présentant quelques analogies, les mouvements des liquides et la direction des lignes de force dans le champ magnétique[2].

En 1894, M. Boutan publie un ouvrage des plus intéressants, dans lequel il rapporte les expériences qu'il a faites pour obtenir des photographies au fond de la mer à la lumière artificielle[3]. On sait en effet que la lumière naturelle ne pénètre que jusqu'à une certaine profondeur dans l'eau, d'où le puissant intérêt de ces recherches.

L'auteur se sert tout d'abord d'une lampe au magnésium du système Chauffour. Le principe de cette dernière consiste à faire brûler une spirale de magnésium dans un ballonnet en verre rempli d'oxygène. L'inflammation était obtenue au moyen d'un courant électrique qui, rougissant un fil de platine, allumait un morceau d'amadou, lequel à son tour mettait le feu au fil de magnésium.

Il essaie ensuite de projeter dans une lampe à alcool une charge de magnésium au moyen d'un mélange d'air et d'oxygène.

En dernier lieu, il emploie deux lampes Bardon de

[1] *La Nature*, 1901, t. II, p. 232.
[2] *Ibid.*, p. 247.
[3] Boutan.

20 ampères, qui sont placées dans des enveloppes étanches d'une capacité de dix litres. L'appareil est disposé entre les deux sources de lumière en face de l'objet à photographier. Par 6 mètres de fond, la nuit, l'auteur a obtenu de bonnes épreuves en 5 secondes; à 50 mètres de profondeur, 10 secondes ont été nécessaires.

Les difficultés de la photographie sous-marine tiennent à la nécessité de mettre les sources d'éclairage et l'appareil lui-même dans des dispositifs complètement étanches et résistants, à cause de la pression d'eau qu'ils auront à supporter; puis il faut les descendre à la profondeur voulue, les disposer convenablement en face du sujet que l'on veut reproduire, et enfin pouvoir commander à distance et l'éclairage et la manœuvre de l'appareil. Ajoutons que, dans ces recherches, l'opérateur devra souvent se transformer en scaphandrier.

Si M. Boutan est arrivé à photographier des poissons au fond de la mer, d'autres savants ont cherché à obtenir également des reproductions de ceux-ci, mais dans les aquariums, où on les a plus à sa portée.

Rappelons que M. Marey, le premier croyons-nous, a étudié cette question. Il avait installé à cet effet un aquarium qui était éclairé directement par la lumière solaire[1]. Mais si l'on veut opérer dans les aquariums existants, qui ne reçoivent la lumière que par en haut et encore en quantité absolument insuffisante, on devra recourir obligatoirement à la lumière artificielle.

M. Fabre Domergue a publié à ce sujet un ouvrage

[1] Marey, **1**, p. 210.

très complet avec dix planches fort bien réussies[1]. Il recouvre le bac de l'aquarium qu'il veut reproduire d'une grande caisse peinte intérieurement en blanc et qui surplombe ainsi la surface de l'eau dans laquelle se trouvent les poissons; c'est dans cette caisse que l'on fait partir l'éclair magnésique.

L'auteur reconnaît, lui aussi, que l'éclair magnésique n'est pas instantané, et il recommande de n'opérer que lorsque les poissons sont immobiles. Aussitôt l'éclair parti, ceux-ci se sauvent épouvantés mais la photographie a été faite avant qu'ils n'aient eu le temps de réagir. Ceci n'est vrai, du reste, que si l'on emploie les compositions éclairantes les plus rapides car si l'on se sert de poudres lentes, l'image pourra être floue, l'animal ayant commencé à fuir avant l'achèvement de l'éclair.

M. Cohen a obtenu également de bonnes photographies de poissons à l'*Aquarium* d'Amsterdam[2]. Il se sert de photopoudre, et il indique quelques bonnes précautions qu'il convient de prendre pour éviter les reflets dans l'appareil.

[1] FABRE DOMERGUE.
[2] *La Nature,* 1889, t. II, p. 51.

CHAPITRE XXV

LA PRESSE ILLUSTRÉE QUOTIDIENNE ET LE REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

Les procédés d'illustration ont été complètement transformés par la photographie, on ne l'ignore pas. Autrefois, des artistes étaient chargés d'exécuter des dessins, et ceux-ci étaient reproduits par la gravure sur bois; puis, lorsque la photographie prit l'importance que l'on sait au point de vue documentaire, le rôle du dessinateur diminua; mais c'était toujours le graveur sur bois qui reportait l'image photographique sur son bloc et la traduisait avec son tempérament et sa manière de faire.

Le procédé de la similigravure a révolutionné tout cela, et maintenant les journaux scientifiques, les livres ne renferment plus que des reproductions directes du document photographique sans aucune interprétation étrangère. Les artistes n'exécutent plus que quelques rares compositions originales ou des dessins schématiques; les unes et les autres sont d'ailleurs reproduits également par la photographie exclusivement.

La photographie a donc bien transformé les procédés d'illustration, et il suffit à cet effet de jeter un

coup d'œil sur les collections de la *Nature*, du *Monde illustré* ou de l'*Illustration*, pour voir l'évolution qui s'est produite.

Le goût du public n'est pas pour peu de chose dans cette transformation profonde ; il préfère toujours le document vrai au document interprété, et si la vue photographique accompagne le fait divers, la catastrophe ou l'événement du jour, il sera pleinement satisfait.

Pour répondre à cette curiosité, en somme assez légitime, les journaux quotidiens ont commencé à intercaler dans leur texte quelques illustrations photographiques; puis, la concurrence aidant, ils les ont multipliées, et maintenant il n'est pas une feuille quotidienne qui ne donne tous les jours plusieurs illustrations. Un des derniers quotidiens lancés, *Excelsior*, est en vérité un journal illustré à cause du nombre et de l'importance des documents qu'il publie tous les jours. Pas un fait important n'est relaté sans qu'il soit accompagné d'une ou plusieurs épreuves photographiques.

Cette longue digression était nécessaire pour indiquer l'importance actuelle de l'illustration photographique et prouver, ce que nous allons démontrer, que ce résultat est dû uniquement à l'emploi de la lumière artificielle.

Les journaux ont maintenant à leur disposition des reporters spéciaux, qui ont pour seule fonction de récolter partout où ils le pourront des documents photographiques, puis d'en tirer des épreuves qui sont remises à un service spécial, lequel est chargé de les transformer en blocs typographiques qui donneront les illustrations au milieu du texte à la place voulue.

Le reporter photographe doit être d'une grande habileté, car il peut être amené à opérer dans les conditions les moins favorables et à surmonter souvent des difficultés très réelles. Ce qui lui faut à n'importe quel prix, c'est le document convoité.

Bien entendu, pour les événements qui ont lieu de jour, sa tâche sera bien simplifiée; mais que de faits importants qui ont lieu la nuit ou dans des locaux insuffisamment éclairés. De par son métier, le reporter photographe est un de ceux qui utiliseront le plus la lumière artificielle pour obtenir partout le document qu'il désire.

Il emploiera en général le photopoudre dans un des appareils très portatifs que nous avons décrits précédemment.

Une fois le négatif obtenu, car ce n'est qu'une partie de sa besogne, il procédera le plus tôt possible au développement; puis, par un des procédés que nous avons indiqués, il tirera à la lumière artificielle une épreuve positive sur papier bromure; cette épreuve séchée rapidement sera portée au journal. Celui-ci possède un atelier de similigravure parfaitement organisé et dans lequel opèrent des ouvriers particulièrement habiles. Ceux-ci reproduisent l'original à l'échelle voulue en interposant un réseau tramé qui va transformer l'image à modelés continus en une image ne renfermant que des points noirs et blancs, les différentes valeurs étant rendues par la densité plus ou moins grande de ces points dans les différentes plages du négatif. Cette première opération se fait à la lumière artificielle, qui est dans l'espèce l'arc électrique; il faut en effet pouvoir opérer à n'importe quel moment.

sans s'inquiéter de l'heure ni du temps. On insole ensuite, toujours à la lumière électrique, la planche de zinc sous le négatif, puis on traite celle-ci par les procédés habituels de la similigravure. Le bloc terminé est placé à l'endroit voulu au milieu de la composition typographique, et il n'y a plus qu'à mettre le tirage en route.

Toutes ces opérations s'exécutent très rapidement, et les documents remis par les reporters dans la soirée paraissent le lendemain matin.

Pour donner un exemple de la rapidité que l'on peut obtenir, *Excelsior* a pu donner à Paris, le lendemain de la rentrée du Parlement anglais, en 1910, des illustrations représentant les photographies prises à Londres ce jour-là.

En voici un autre plus récent. Cette année, M. Poincaré, le nouveau président de la République française, a été saisi au magnésium par un reporter, à la sortie de la salle du Congrès à Versailles. Cette épreuve paraissait le lendemain matin dans *Excelsior*.

Rien ne synthétise mieux le rôle actuel de la lumière artificielle dans la presse illustrée quotidienne. Il suffit de résumer en un petit tableau les diverses opérations qui ont été exécutées depuis la prise du négatif jusqu'à l'apparition de la photographie dans le journal et de voir quelles sont les sources de lumière employées.

1° Prise du négatif	Magnésium.
2° Tirage du positif.	Gaz ou incandescence.
3° Exécution du négatif tramé. . .	Électricité.
4° Insolation pour la similigravure.	Électricité.

Seule la prise du négatif original pourra être faite à la lumière naturelle, la suite des autres opérations s'effectuant uniquement à la lumière artificielle.

En terminant, nous citerons une dernière application de la lumière artificielle, qui est encore plus prestigieuse que l'illustration dans le journal. Alors que le négatif ordinaire ne peut donner qu'un aspect du fait du jour, ce qui est déjà quelque chose de très appréciable, la cinématographie nous permet de le faire revivre dans toutes ses phases. Maintenant, tous les soirs, les *Actualités de Gaumont*, le *Pathé-Journal* font revivre les événements de la veille et quelquefois du jour même. On est arrivé en effet, par l'emploi de la lumière artificielle et de machines spéciales, à montrer le soir un film qui a été pris le matin.

C'est un nouveau résultat à l'actif de la lumière artificielle, dont on a vu la grande importance au point de vue photographique dans tout le cours de cet ouvrage.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Bertillon (A.). — *La Photographie judiciaire.* Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1890.

Bouchacourt (Dr). — *Exploration des organes internes.* Thèse inaugurale. Paris, Steinheil, 1898.

Boutan (Louis). — *La Photographie sous-marine.* Paris, Schleicher, 1900.

Chable. — *Les Travaux de l'amateur photographe en hiver.* Paris, Gauthier-Villars, 1891.

Clerc (L.-P.). — *Reproductions photographiques monochromes.* Paris, Doin et Fils, 1910.

Davanne (A.). — *La Photographie, Traité théorique et pratique*, t. II. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1888.

Eder (Le Dr J.-M.). — 1. *La Photographie à la lumière du magnésium.* Ouvrage inédit traduit de l'allemand par H. Gauthier-Villars, avec figures. Paris, Gauthier-Villars, 1890.

— 2. *La Photographie instantanée et ses applications aux arts et aux sciences.* Traduction de la 2e édit. par O. Campo. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1888.

Fabre (Charles). — 1. *Traité encyclopédique de photographie.* 4 volumes et suppléments. Paris, Gauthier-Villars, 1889.

— 2. *Aide-mémoire de photographie.* Paris, Gauthier-Villars, annuel.

Fabre Domergue. — *La Photographie des animaux aquatiques.* Album in-4° avec 10 planches en photographie et 8 pages de texte. Paris, Gauthier-Villars.

FOURTIER (H.). *Les Lumières artificielles en photographie.* Étude méthodique et pratique des différentes sources artificielles de lumière, suivie de recherches inédites sur la puissance des photopoudres et des lampes au magnésium. In-8° avec 19 figures et 8 planches. Paris, Gauthier-Villars, 1895.

GUICHARD (P.). *La Photographie sous-marine.* Paris, Ch. Mendel.

GUILLOZ (Th.). 1. La photographie instantanée du fond de l'œil humain (*Archives d'ophtalmologie,* 1893).

— 2. *Traité de physique biologique,* t. II. Endoscopie. Paris, Masson et Cie, 1903.

HEPWORTH. *Les Travaux du soir de l'amateur photographe.* Traduit de l'anglais par Klary. Paris, Société d'éditions scientifiques.

KLARY (C.). *La Photographie nocturne.* Paris, Société d'éditions scientifiques, 1893.

KOEHLER (Dr R.). *Applications de la photographie aux sciences naturelles.* In-8°, avec figures. Paris, Encyclopédie Léauté, Masson et Gauthier-Villars, 1893.

LONDE (A.). 1. *La Photographie à l'éclair magnésique.* In-8° avec 23 figures et 8 planches. Paris, Gauthier-Villars, 1905.

— 2. *La Photographie moderne.* Traité pratique de la photographie et de ses applications à l'industrie et à la science, 2e édition. In-8°, avec 346 figures et 5 planches. Paris, Masson, 1896.

— 3. *La Photographie médicale.* In-8°, avec 80 figures et 19 planches. Paris, Gauthier-Villars, 1893.

— 4. *La Photographie instantanée théorie et pratique,* 3e édition. In-8° avec figures. Paris, Gauthier-Villars, 1897.

MENDOZA (Marco). *La Photographie la nuit.* In-8°, avec figures. Paris, Gauthier-Villars, 1893.

MAREY (Pr). 1. *Le Mouvement.* Paris, G. Masson, 1894.

— 2. *Développement de la méthode graphique par l'emploi de la photographie.* Paris, G. Masson, 1884.

MARTEL (E.-A.). — *La Photographie souterraine*. In-16, avec 16 planches. Paris, Gauthier-Villars, 1903.

MATHET. — *La Photographie durant l'hiver*. Paris, Ch. Mendel, 1893.

MONCKHOVEN (Dr V.). — *Traité général de photographie*, 7e édit. Paris, G. Masson, 1880.

NIEWENGLOWSKI (G.-H.). — 1. *Applications scientifiques de la photographie*. In-8°, avec 28 figures. Paris, Encyclopédie Léauté, Masson et Gauthier-Villars, 1895.

— 2. *La Photographie et la photochimie*. Bibliothèque scientifique internationale. Paris, Félix Alcan, 1897.

— 3. *Travaux photographiques d'hiver*. 1906.

OSMOND (Dr). — *La Pratique de la lumière artificielle*, 4e édition. Chez l'auteur.

RIS-PAQUOT. — *La Pratique de la photographie à la lumière artificielle*. Paris, Ch. Mendel.

PETIT (Pierre, Fils). — 1. *La Photographie industrielle. Photographie à la lumière électrique*. In-18. Paris, Gauthier-Villars, 1883.

— 2. *La Photographie simplifiée à la lumière artificielle*, In-16, avec figures. Paris, Gauthier-Villars, 1905.

PUYO (Cl.). — *Notes sur la photographie artistique*. In-4° raisin avec 11 héliogravures Dujardin et 39 phototypogravures dans le texte. Paris, Gauthier-Villars, 1896.

RADAU (R.). — *La Photographie et ses applications scientifiques*.

REISS (Dr R.-A.). — *La Photographie judiciaire*. Paris, Ch. Mendel.

REYNER (A.). — *La Photographie dans les appartements*. Paris, Bernard Tignol, 1894.

VOGEL (H.). — *La Photographie et la chimie de la lumière*. Bibliothèque scientifique internationale. Paris, Germer Baillière et Cie, 1880.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

B. S. F. P., Bulletin de la Société française de Photographie. Mensuel. Paris, Gauthier-Villars.

Comptes rendus de l'Académie des sciences. Hebdomadaire. Paris, Gauthier-Villars.

La Nature. Hebdomadaire. Paris, Masson.

Photo-Gazette. Mensuel. Paris, L. Geisler, éditeur.

La Photo-Revue. Hebdomadaire. Paris, Ch. Mendel.

La Revue générale des sciences. Paris.

LISTE DES BREVETS FRANÇAIS

Compositions éclairantes.

LANSIAUX. — 4 décembre 1889. — 202, 394.
Tison-Eclair.
HACKL. — 9 novembre 1892. — 225, 511.
Cartouche à lumière de magnésium.
ALEXANDRE. — 3 mars 1893. — 228, 356.
Capsule pour production de lumière artificielle.
SCHWARTZ. — 3 mars 1896. — 254, 430.
Procédé pour la fabrication des préparations pyrotechniques en feuilles pour effets lumineux.
HENRY. — 11 janvier 1898. — 273, 933.
Poudre sans fumée.
WEISS. — 14 janvier 1898. — 274, 070.
Poudre éclair.
BAYER ET Cie. — 16 novembre 1901. — 316, 504.
Poudre pour la lumière artificielle.
BOUILLAUD. — 8 juin 1902. — 321, 841.
Boîte diviseur pour le mélange des photopoudres.
KOCK DUBOIS. — 19 septembre 1903. — 335, 804.
Sachet à poudre éclairante pour la photographie.
KREBS. — 21 décembre 1903. — 337, 901.
Compositions chimiques éclairantes.
ACTION GESSELLSCHAFT FUR ANILIN FABRICATION. — 15 février 1904. — 340, 459.
Poudre éclair.
BAYER UND Cie. — 15 novembre 1904. — 350, 308.
Poudres éclair.
SOCIÉTÉ ANONYME LUMIÈRE ET SES FILS. — 2 mars 1905. — 360, 588.
Préparation de compositions éclairantes pour la photographie à la lumière artificielle.

Bethge. — 18 juillet 1908. — 392, 840.
Procédés de fabrication de mélanges destinés à la production d'éclairs lumineux instantanés.

Bethge. — 3 août 1908. — 392, 903.
Procédé de fabrication de compositions pour la production d'éclairs posés.

Lesmuller. — 5 juin 1909. — 403, 722.
Poudre pour la production de lumière à flamme vive pour la photographie.

Appareils pour la production de la lumière magnésique.

Boyer. — 4 décembre 1888. — 194, 567.
Lampe éclair destinée à la photographie.

Kratz Boussac. — 12 avril 1890. — 204, 969.
Lampe pistolet à cartouche lumineuse.

Schirm. — 10 juillet 1891. — 206, 913.
Système propre à l'obtention d'une lumière intense par le magnésium ou autres corps.

Nadar. — 19 février 1891. — 211, 527.
Lampe à magnésium à feu continu ou intermittent.

Hackl. — 27 avril 1891. — 213, 043.
Lumière au magnésium pour signaux et photographie.

Furst. — 21 janvier 1892. — 218, 776.
Ensemble d'appareils constituant un procédé nouveau de photographie par la lumière du magnésium.

Bert. — 31 mars 1892. — 220, 549.
Lampe à éclair magnésique.

Lehmann. — 3 décembre 1892. — 226, 128.
Nouvel appareil à produire l'éclair magnésique.

Belfange. — 24 juin 1893. — 231, 091.
Lampe à magnésium perfectionnée.

Bignon et Bullier. — 18 décembre 1893. — 234, 882.
Appareil et procédés destinés à la production d'effets lumineux.

Hernis. — 17 novembre 1894. — 242, 941.
Lampe à magnésium pulvérisé pour usages photographiques.

Richard. — 4 janvier 1895. — 244, 103.
Perfectionnements apportés aux lampes à magnésium employées pour la photographie.

Alexandre. — 9 mars 1895. — 245, 672.
Appareil lanterne Phœbus pour l'utilisation pratique en photographie de capsules ou de poudres productrices de la lumière artificielle.
Gazay. — 9 août 1895. — 249, 496.
Lampe à magnésium dénommée le Phœbus.
Pirou. — 24 mars 1896. — 255, 023.
Lanterne de photographie à éclair photogénique « Système Ed. Pirou ».
Boyer. — 27 novembre 1897. — 272, 597.
Lampe à éclair magnésique.
Gaillard. — 5 décembre 1897. — 272, 935.
Appareil de production de lumière par le magnésium.
Clary. — 31 mars 1898. — 276, 548.
Appareil éclair.
Alter et Young. — 8 novembre 1898. — 282, 829.
Perfectionnements dans les appareils d'éclairage à la lumière scintillante pour photographie.
Bernhoeft. — 10 janvier 1899. — 284, 790.
Appareil d'éclairage instantané à la magnésie.
Minisini. — 7 mars 1899. — 286, 585.
Lampe de poche à magnésium.
Courtier. — 12 mai 1899. — 288, 746.
Dispositif nouveau et appareil dit le « Néma » produisant des éclairs utilisables en photographie.
Guimaraes. — 30 mai 1899. — 289, 373.
Appareil d'éclairage artificiel pour la photographie instantanée dénommé Relampago « Guimaraes ».
Bonnay. — 15 avril 1899. — 287, 877.
Perfectionnements dans les moyens et les procédés pour photographier à la lumière du magnésium.
Pin. — 3 août 1899. — 291, 489.
Système d'appareil portatif pour la production automatique d'éclairs magnésiques.
Spura et Mc Quart. — 16 janvier 1900. — 296, 181.
Dispositif pour produire la lumière artificielle en photographie.
Giese. — 7 février 1900. — 296, 960.
Appareil produisant la lumière par éclair.
Chanut. — 3 septembre 1900. — 303, 563.
Lampe à magnésium.
Schmidt. — 5 décembre 1900. — 306, 018.
Système d'éclairage par éclairs pour photographie.

Langlois. — 22 avril 1901. — 310, 182.
Caisse éclairante pour photographie au moyen d'éclairs multiples.
Schæffer. — 30 avril 1901. — 310, 419.
Perfectionnements aux appareils pour la production d'éclairs en photographie.
Dossick. — 23 août 1901. — 313, 728.
Appareil producteur d'éclairs pour la photographie instantanée.
Gonon. — 22 octobre 1901. — 315, 191.
Nouvel appareil « le Lumineux ».
Langlois. — 1er mai 1902. — 331, 674.
Appareil d'éclairage pour la photographie au magnésium.
Maul. — 19 juin 1902. — 333, 109.
Appareil à fusées pour la prise de vues photographiques.
Walter. — 8 janvier 1903. — 338, 363.
Perfectionnements aux appareils d'éclairage instantané pour la photographie.
Shuberg et Greenfield. — 13 juin 1910. — 419, 499.
Perfectionnements apportés aux appareils photographiques à éclairs de magnésium ou autres.
Steinert (F.). — 21 juin 1911. — 431, 403.
Lampe à magnésium.
Schwab. — 19 juin 1911. — 432, 591.
Support déclencheur pour pistolet à magnésium.
Leclerc. — 13 février 1913. — 454, 316.
Lampe à poudre de magnésium pour la photographie.

Procédés d'allumage. Commande de l'éclair par l'obturateur.

Weiss. — 15 décembre 1897. — 273, 185.
Procédé et appareil d'allumage des poudres fulgurantes.
Weiss. — 24 février 1898. — 275, 308.
Appareil d'allumage.
Guerry. — 25 mai 1900. — 300, 654.
Dispositif électrique d'inflammation.
Leveille. — 18 avril 1901. — 310, 075.
Obturateur électrique pour l'allumage.
Binkowski. — 17 avril 1902. — 321, 955.
Appareil projecteur de lumière artificielle pour la photographie à plateau circulaire automatique et allumage électrique.

Pistat. — 10 juillet 1902. — 324, 791.
Appareil électrique destiné à l'allumage des poudres éclair servant à la photographie à la lumière artificielle.

Hammer. — 26 octobre 1903. — 326, 263.
Dispositif pour actionner l'obturateur et produire l'inflammation.

Bouillaud. — 20 janvier 1905. — 350, 887.
Perfectionnements aux systèmes d'allumage des photopoudres employés en photographie.

Diffuseurs : Capte-fumées.

Guitton et Fournier. — 10 novembre 1891. — 217, 423.
Avale-fumée.

Brichaut. — 4 mars 1892. — 219, 878.
Avale-fumée.

Richard. — 9 mars 1896. — 254, 633.
Procédé permettant de supprimer la fumée dans la production de la lumière au magnésium.

Weiss. — 5 septembre 1898. — 281, 140.
Dispositif diffusant.

Weiss. — 5 septembre 1898. — 281, 141.
Capteur de fumée.

Suzanka. — 25 février 1902. — 329, 725.
Dispositif destiné à recueillir les vapeurs se dégageant au moment de la prise de photographies à la lumière artificielle.

Reproductions et agrandisssements à la lumière artificielle.

Gœdicke et Miethe. — 3 mai 1887. — 183, 271.
Emploi de la lumière du magnésium pour les reproductions photographiques.

Merville et Lansiaux. — 28 février 1891. — 211, 169.
Appareil d'agrandissement par l'éclair magnésique dit « le Maximum ».

Mitchisedech. — 12 octobre 1893. — 234, 272.
Appareil photographique d'agrandissement à la lumière artificielle.

Clinedinst. — 24 juillet 1894. — 240, 266.
Perfectionnements dans l'art de prendre des négatifs à la lumière artificielle.

Hanselmann. — 24 mars 1900. — 298, 533.
Nouveau dispositif pour les opérations photographiques à la lumière artificielle.

Bay. — 24 avril 1900. — 299, 598.
Procédé pour obtenir rapidement par la lumière des dessins positifs directs en noir d'encre avec un calque ou un positif.

La Firme H. Wertheim. — 13 mai 1902. — 321, 092.
Système d'appareil pour copier les photographies nuancées à la lumière artificielle.

Société Leperche et Cie. — 18 juin 1902. — 333, 190.
Appareils permettant la reproduction de dessins au moyen de la lumière artificielle.

Watts. — 13 décembre 1904, — 348, 808.
Appareil pour le tirage des dessins par la lumière.

Tirage rapide et industriel des positifs à la lumière artificielle.

Brandt. — 7 décembre 1886. — 180, 130.
Appareil pour la reproduction rapide des photographies ave papier bromure.

Buthler. — 23 juin 1897. — 268, 623.
Appareil automatique à durée d'exposition réglable pour le tirage des épreuves photographiques à la lumière artificielle.

Hall. — 9 septembre 1896. — 259, 561.
Appareil de reproduction des calques au moyen de la lumière artificielle.

Rachel. — 30 mai 1899. — 289, 387.
Machine à copier les photographies avec cylindre rotatif portant les épreuves négatives.

Beurrier. — 12 août 1891. — 207, 580.
Procédé perfectionné pour la production de l'éclair magnésique dans les machines à photographier ou autrement.

Loescher. — 31 juillet 1900. — 302, 659.
Machine à développer et à fixer applicable à la photographie obtenue mécaniquement par un mouvement continu.

Debez. — 7 mai 1900. — 300, 075.
Châssis-presse à répétition et à tirage rapide pour impressions sur papier photographique.

Société anonyme de la photographie automatique, inaltérable et instantanée. — 19 mars 1900. — 298, 289.
Appareil pour la production de photographies.

Lauer. — 10 octobre 1900. — 304, 410.
Dispositif d'exposition à la lumière sur papier sans fin.

Courrier. — 7 novembre 1900. — 305, 179.
L'Impressivélograh, appareil pour l'impression photographique des épreuves positives à la lumière artificielle.

Société anonyme de la photographie automatique et instantanée. — 3 décembre 1900. — 305, 935.
Nouvel appareil perfectionné automatique et instantané pour production de photographies, Société L. Brunengo.

Raucoule et Lantuejol. — 18 février 1901. — 305, 480.
Appareil automatique pour le tirage de photocopies multiples dit « Minerve Photo-tirage ».

Courrier. — 27 février 1901. — 308, 517.
Le Modern Photo.

Gamber. — 23 novembre 1901. — 316, 191.
Appareil pour le tirage rapide des photographies.

Hinne. — 4 mars 1902. — 329, 959.
Appareil pour tirer des épreuves photographiques sur papier avec éclairage réglable.

Gerlach. — 28 avril 1902. — 320, 723.
Procédé et dispositif pour traiter les photographies reproduites sur des feuilles sans fin dans les bains respectifs.

Canet. — 7 mai 1902. — 320, 979.
Presse photographique à tirage rapide fonctionnant à la main dit l' « Express-Photo ».

Chauchy. — 4 octobre 1902. — 324, 960.
Appareil automatique pour le tirage des photocopies.

Harper et Giroud. — 4 octobre 1902. — 324, 980.
Appareil pour le tirage des photographies.

Meir. — 16 novembre 1903. — 336, 729.
Boîte pour la reproduction héliographique des cartes postales.

Gardner. — 8 janvier 1904. — 339, 427.
Perfectionnements aux appareils automatiques pour l'impression photographique des papiers sensibles.

Montet. — 1er août 1904. — 345, 334.
Machine à impressionner automatiquement les épreuves photographiques.

Fehr. — 5 septembre 1904. — 350, 160.
Appareil pour impressionner les papiers au gélatino-bromure et similaires.

Noel. — 29 décembre 1904. — 349, 666.
Machine à impressionner les cartes postales et en général toutes épreuves photographiques sur papier sensible à impression rapide.

Lange et Frange. — 16 août 1905. — 356, 947.
Procédé de tirage des épreuves pour l'obtention de photographies par grandes quantités.

Jouven. — 18 novembre 1905. — 359, 775.
Appareil pour le tirage des épreuves photographiques sur papier au gélatino-bromure d'argent.

Schneider. — 28 novembre 1905. — 359, 880.
Appareil à source lumineuse interne et à châssis-presse pour le tirage d'épreuves photographiques.

Société industrielle de photographie. — 17 janvier 1906. — 371, 376.
Procédé de développement, fixage, lavage et traitement chimique en général des plaques ou cartons photographiques en bandes continues.

Cotillon. — 31 janvier 1906. — 362, 895.
Appareil pour le tirage automatique rapide et uniformément réglable à volonté de photographies positives au gélatino-bromure.

Cotillon et Cie. — 25 février 1908. — 397, 481.
Machine rotative pour le tirage extra-rapide des papiers bromure et autres.

Arnall. — 18 avril 1908. — 399, 229.
Machine pour le tirage rapide et simultané de plusieurs épreuves photographiques sur papier au bromure ou autre papier rapide.

Krebs. — 9 septembre 1908. — 394, 067.
Procédé pour obtenir au moyen de la lumière artificielle les impressions sur plaques, pellicules ou leurs équivalents à réseau coloré.

Andrieux. — 30 novembre 1908. — 397, 465.
Appareil pour le tirage des reproductions photographiques.

Société Scherdtfeger et Cie. — 8 mars 1909. — 400, 535.
Machine à copier photographique.

Brochery. — 13 octobre 1909. — 404, 213.
Presse à pédale pour le tirage des papiers et plaques photographiques.

Brochery. — 13 octobre 1909. — 404, 214.
Presse automatique électromagnétique pour le tirage des papiers et plaques.

Gourdin. — 25 octobre 1909. — 408, 546.
Boîte pour tirage automatique des papiers photographiques rapides.

Planus. — 27 octobre 1909. — 404, 739.
Appareil pour le tirage d'épreuves photographiques.

Bonduel. — 7 octobre 1910. — 421, 173.
Appareil pour le tirage rapide de plaques et papiers photographiques.

Société Brandon frères. — 22 août 1911. — 433, 507.
Machine automatique à tirer les épreuves photographiques.

Brochery. — 4 novembre 1911. — 436, 792.
Presse électrique pour le tirage d'épreuves photographiques au papier bromure.

Firme Théodor Busam et Cie. — 22 juin 1912. — 447, 272.
Dispositif pour la production rapide d'épreuves et de cartes postales au bromure d'argent.

Société Révolut Machin et Cie. — 23 juillet 1912.
Machine pour la reproduction photographique.

Barthélemy. — 2 septembre 1912. — 447, 886.
Appareil pour le tirage photographique de la carte postale.

De Clark. — 24 décembre 1912. — 452, 594.
Meuble pour impressions photographiques.

Ateliers au gaz ou à la lumière électrique.

Audouin. — 1er février 1887. — 181, 254.
Applications de la lumière artificielle fournie par les huiles végétales, de schiste, de pétrole et en particulier le gaz d'éclairage ordinaire (ou même carburé), à la production de clichés photographiques.

Adamson. — 13 février 1895. — 245, 107.
Perfectionnements apportés à l'application de la lumière électrique à la photographie.

Bernheim et Le Marchand. — 4 mars 1899. — 286, 534.
Appareil d'éclairage par le gaz pour la photographie.

Adamson. — 2 novembre 1899. — 293, 903.
Perfectionnements aux appareils d'éclairage permettant de photographier au moyen de la lumière du gaz ou de l'électricité.

Von der Lippe. — 7 décembre 1905. — 360, 162.
Atelier photographique avec lampes à incandescence.

Société internationale de lumière froide (Procédés Dussaud). — 11 décembre 1911. — 448, 999.
Dispositif d'éclairage instantané pour la photographie.

Ateliers à la lumière magnésique.

Bouillaud. — 25 août 1897. — 269, 867.
L'atelier du xxe siècle.
Guimarès. — 30 mai 1899. — 289, 373.
Appareil d'éclairage à la lumière artificielle.
Stern. — 4 janvier 1901. — 306, 835.
Nouvel appareil transportable pour la production de l'éclair en vue de la photographie de jour et de nuit.
Leclerc. — 20 avril 1901. — 310, 121.
Appareil « le Soleil-Eclair ».
Mertens. — 26 août 1904. — 346, 115.
Eclairage pour buts photographiques.
Œsommer. — 18 décembre 1905. — 360, 579.
Installation lumineuse pour la photographie.
Leclerc. — 16 août 1907. — 380, 757.
Appareil et système d'éclairage pour la photographie à l'atelier et à domicile.
Anzinger. — 12 octobre 1907. — 382, 757.
Appareil d'éclairage pour la photographie d'intérieur.
Petit. — 9 décembre 1907. — 384, 859.
Procédé de photographie à la lumière artificielle.
Bogey Guggia et Lambert. — 9 mars 1909. — 400, 546.
Chambre de pose pour photographier à la lumière artificielle.

(Communiqué par l'Agence de Brevets Chassevent, 11, boulevard Magenta, Paris.)

TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS D'AUTEURS

TABLE SYSTÉMATIQUE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE DES DIVERSES SOURCES DE LUMIÈRE ARTIFICIELLE SUSCEPTIBLES D'ÊTRE EMPLOYÉES EN PHOTOGRAPHIE POUR L'OBTENTION DES NÉGATIFS

CHAPITRE I

CHAPITRE II

CHAPITRE III

CHAPITRE IV

CHAPITRE V

CHAPITRE VI

CHAPITRE VII

CHAPITRE VIII

CHAPITRE IX

CHAPITRE X

CHAPITRE XI

CHAPITRE XII

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE DES DIVERSES LUMIÈRES ARTIFICIELLES SUSCEPTIBLES D'ÊTRE EMPLOYÉES EN PHOTOGRAPHIE POUR L'OBTENTION DES POSITIFS

CHAPITRE XIII

CHAPITRE XIV

CHAPITRE XV

TROISIÈME PARTIE

APPLICATIONS DIVERSES DE LA PHOTOGRAPHIE À LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE

CHAPITRE XVI

CHAPITRE XVII

CHAPITRE XVIII

CHAPITRE XIX

CHAPITRE XX

CHAPITRE XXI

CHAPITRE XXII

CHAPITRE XXIII

CHAPITRE XXIV

CHAPITRE XXV

OCTAVE DOIN ET FILS, ÉDITEURS, 8, PLACE DE L'ODÉON, PARIS

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

Publiée sous la direction du Dr TOULOUSE

Nous avons entrepris la publication, sous la direction générale de son fondateur, le Dr Toulouse, Directeur à l'École des Hautes Études, d'une Encyclopédie scientifique de langue française dont on mesurera l'importance à ce fait qu'elle est divisée en 40 sections ou Bibliothèques et qu'elle comprendra environ 1000 volumes. Elle se propose de rivaliser avec les plus grandes encyclopédies étrangères et même de les dépasser, tout à la fois par le caractère nettement scientifique et la clarté de ses exposés, par l'ordre logique de ses divisions et par son unité, enfin par ses vastes dimensions et sa forme pratique.

I

PLAN GÉNÉRAL DE L'ENCYCLOPÉDIE

Mode de publication. — L'*Encyclopédie* se composera de monographies scientifiques, classées méthodiquement et formant dans leur enchaînement un exposé de toute la science. Organisée sur un plan systématique, cette Encyclopédie, tout en évitant les inconvénients des Traités, — massifs, d'un prix global élevé, difficiles à consulter, — et les inconvénients des Dictionnaires, — où les articles scindés irrationnellement, simples chapitres alphabétiques, sont toujours nécessairement incomplets, — réunira les avantages des uns et des autres.

Du Traité, l'*Encyclopédie* gardera la supériorité que possède

un ensemble complet, bien divisé et fournissant sur chaque science tous les enseignements et tous les renseignements qu'on en réclame. Du Dictionnaire, l'*Encyclopédie* gardera les facilités de recherches par le moyen d'une table générale, l'*Index de l'Encyclopédie,* qui paraîtra dès la publication d'un certain nombre de volumes et sera réimprimé périodiquement. L'*Index* renverra le lecteur aux différents volumes et aux pages où se trouvent traités les divers points d'une question.

Les éditions successives de chaque volume permettront de suivre toujours de près les progrès de la science. Et c'est par là que s'affirme la supériorité de ce mode de publication sur tout autre. Alors que, sous sa masse compacte, un traité, un dictionnaire ne peut être réédité et renouvelé que dans sa totalité et qu'à d'assez longs intervalles, inconvénients graves qu'atténuent mal des suppléments et des appendices, l'*Encyclopédie scientifique,* au contraire, pourra toujours rajeunir les parties qui ne seraient plus au courant des derniers travaux importants. Il est évident, par exemple, que si des livres d'algèbre ou d'acoustique physique peuvent garder leur valeur pendant de nombreuses années, les ouvrages exposant les sciences en formation, comme la chimie physique, la psychologie ou les technologies industrielles, doivent nécessairement être remaniés à des intervalles plus courts.

Le lecteur appréciera la souplesse de publication de cette *Encyclopédie,* toujours vivante, qui s'élargira au fur et à mesure des besoins dans le large cadre tracé dès le début, mais qui constituera toujours, dans son ensemble, un traité complet de la Science, dans chacune de ses sections un traité complet d'une science, et dans chacun de ses livres une monographie complète. Il pourra ainsi n'acheter que telle ou telle section de l'*Encyclopédie,* sûr de n'avoir pas des parties dépareillées d'un tout.

L'*Encyclopédie* demandera plusieurs années pour être achevée ; car pour avoir des expositions bien faites, elle a pris ses collaborateurs plutôt parmi les savants que parmi les professionnels de la rédaction scientifique que l'on retrouve généralement dans les œuvres similaires. Or les savants écrivent peu et lentement : et il est préférable de laisser temporairement sans attribution certains ouvrages plutôt que de les confier à des auteurs insuffisants. Mais cette lenteur et ces vides ne présenteront pas d'in-

convénients, puisque chaque livre est une œuvre indépendante et que tous les volumes publiés sont à tout moment réunis par l'*Index de l'Encyclopédie*. On peut donc encore considérer l'Encyclopédie comme une librairie, où les livres soigneusement choisis, au lieu de représenter le hasard d'une production individuelle, obéiraient à un plan arrêté d'avance, de manière qu'il n'y ait ni lacune dans les parties ingrates, ni double emploi dans les parties très cultivées.

Caractère scientifique des ouvrages. — Actuellement, les livres de science se divisent en deux classes bien distinctes : les livres destinés aux savants spécialisés, le plus souvent incompréhensibles pour tous les autres, faute de rappeler au début des chapitres les connaissances nécessaires, et surtout faute de définir les nombreux termes techniques incessamment forgés, ces derniers rendant un mémoire d'une science particulière inintelligible à un savant qui en a abandonné l'étude durant quelques années ; et ensuite les livres écrits pour le grand public, qui sont sans profit pour des savants et même pour des personnes d'une certaine culture intellectuelle.

L'*Encyclopédie scientifique* a l'ambition de s'adresser au public le plus large. Le savant spécialisé est assuré de rencontrer dans les volumes de sa partie une mise au point très exacte de l'état actuel des questions ; car chaque Bibliothèque, par ses techniques et ses monographies, est d'abord faite avec le plus grand soin pour servir d'instrument d'études et de recherches à ceux qui cultivent la science particulière qu'elle représente, et sa devise pourrait être : *Par les savants, pour les savants.* Quelques-uns de ces livres seront même, par leur caractère didactique, destinés à devenir des ouvrages classiques et à servir aux études de l'enseignement secondaire ou supérieur. Mais, d'autre part, le lecteur non spécialisé est certain de trouver, toutes les fois que cela sera nécessaire, au seuil de la section, — dans un ou plusieurs volumes de généralités, — et au seuil du volume, — dans un chapitre particulier, — des données qui formeront une véritable introduction le mettant à même de poursuivre avec profit sa lecture. Un vocabulaire technique, placé, quand il y aura lieu, à la fin du volume, lui permettra de connaître toujours le sens des mots spéciaux.

II

ORGANISATION SCIENTIFIQUE

Par son organisation scientifique, l'*Encyclopédie* paraît devoir offrir aux lecteurs les meilleures garanties de compétence. Elle est divisée en Sections ou Bibliothèques, à la tête desquelles sont placés des savants professionnels spécialisés dans chaque ordre de sciences et en pleine force de production, qui, d'accord avec le Directeur général, établissent les divisions des matières, choisissent les collaborateurs et acceptent les manuscrits. Le même esprit se manifestera partout : éclectisme et respect de toutes les opinions logiques, subordination des théories aux données de l'expérience, soumission à une discipline rationnelle stricte ainsi qu'aux règles d'une exposition méthodique et claire. De la sorte, le lecteur, qui aura été intéressé par les ouvrages d'une section dont il sera l'abonné régulier, sera amené à consulter avec confiance les livres des autres sections dont il aura besoin, puisqu'il sera assuré de trouver partout la même pensée et les mêmes garanties. Actuellement, en effet, il est, hors de sa spécialité, sans moyen pratique de juger de la compétence réelle des auteurs.

Pour mieux apprécier les tendances variées du travail scientifique adapté à des fins spéciales, l'*Encyclopédie* a sollicité, pour la direction de chaque Bibliothèque, le concours d'un savant placé dans le centre même des études du ressort. Elle a pu ainsi réunir des représentants des principaux Corps savants, Établissements d'enseignement et de recherches de langue française :

Institut.
Académie de Médecine.

Collège de France.
Muséum d'Histoire naturelle.
École des Hautes Études.
Sorbonne et École normale.
Facultés des Sciences.
Facultés des Lettres.
Facultés de Médecine.
Instituts Pasteur.
École des Ponts et Chaussées.
École des Mines.
École Polytechnique.

Conservatoire des Arts et Métiers.
École d'Anthropologie.
Institut National agronomique.
École vétérinaire d'Alfort.
École supérieure d'Électricité.
École de Chimie industrielle de Lyon.
École des Beaux-Arts.
École des Sciences politiques.

Observatoire de Paris.
Hôpitaux de Paris.

III

BUT DE L'ENCYCLOPÉDIE

Au XVIIIe siècle, « l'Encyclopédie » a marqué un magnifique mouvement de la pensée vers la critique rationnelle. A cette époque, une telle manifestation devait avoir un caractère philosophique. Aujourd'hui, l'heure est venue de renouveler ce grand effort de critique, mais dans une direction strictement scientifique ; c'est là le but de la nouvelle *Encyclopédie*.

Ainsi la science pourra lutter avec la littérature pour la direction des esprits cultivés, qui, au sortir des écoles, ne demandent guère de conseils qu'aux œuvres d'imagination et à des encyclopédies où la science a une place restreinte, tout à fait hors de proportion avec son importance. Le moment est favorable à cette tentative ; car les nouvelles générations sont plus instruites dans l'ordre scientifique que les précédentes. D'autre part, la science est devenue, par sa complexité et par les corrélations de ses parties, une matière qu'il n'est plus possible d'exposer sans la collaboration de tous les spécialistes, unis là comme le sont les producteurs dans tous les départements de l'activité économique contemporaine.

A un autre point de vue, l'*Encyclopédie,* embrassant toutes les manifestations scientifiques, servira comme tout inventaire à mettre au jour les lacunes, les champs encore en friche ou abandonnés, — ce qui expliquera la lenteur avec laquelle certaines sections se développeront, — et suscitera peut-être les travaux nécessaires. Si ce résultat est atteint, elle sera fière d'y avoir contribué.

Elle apporte en outre une classification des sciences et, par ses divisions, une tentative de mesure, une limitation de chaque domaine. Dans son ensemble, elle cherchera à refléter exactement le prodigieux effort scientifique du commencement de ce siècle et un moment de sa pensée, en sorte que dans l'avenir elle reste le document principal où l'on puisse retrouver et consulter le témoignage de cette époque intellectuelle.

On peut voir aisément que l'*Encyclopédie* ainsi conçue, ainsi réalisée, aura sa place dans toutes les bibliothèques publiques, universitaires et scolaires, dans les laboratoires, entre les mains

des savants, des industriels et de tous les hommes instruits qui veulent se tenir au courant des progrès, dans la partie qu'ils cultivent eux-mêmes ou dans tout le domaine scientifique. Elle fera jurisprudence, ce qui lui dicte le devoir d'impartialité qu'elle aura à remplir.

Il n'est plus possible de vivre dans la société moderne en ignorant les diverses formes de cette activité intellectuelle qui révolutionne les conditions de la vie ; et l'interdépendance de la science ne permet plus aux savants de rester cantonnés, spécialisés dans un étroit domaine. Il leur faut, — et cela leur est souvent difficile, — se mettre au courant des recherches voisines. A tous, l'*Encyclopédie* offre un instrument unique dont la portée scientifique et sociale ne peut échapper à personne.

IV

CLASSIFICATION DES MATIÈRES SCIENTIFIQUES

La division de l'*Encyclopédie* en Bibliothèques a rendu nécessaire l'adoption d'une classification des sciences, où se manifeste nécessairement un certain arbitraire, étant donné que les sciences se distinguent beaucoup moins par les différences de leurs objets que par les divergences des aperçus et des habitudes de notre esprit. Il se produit en pratique des interpénétrations réciproques entre leurs domaines, en sorte que, si l'on donnait à chacun l'étendue à laquelle il peut se croire en droit de prétendre, il envahirait tous les territoires voisins ; une limitation assez stricte est nécessitée par le fait même de la juxtaposition de plusieurs sciences.

Le plan choisi, sans viser à constituer une synthèse philosophique des sciences, qui ne pourrait être que subjective, a tendu pourtant à échapper dans la mesure du possible aux habitudes traditionnelles d'esprit, particulièrement à la routine didactique, et à s'inspirer de principes rationnels.

Il y a deux grandes divisions dans le plan général de l'*Encyclopédie :* d'un côté, les sciences pures, et, de l'autre, toutes les technologies qui correspondent à ces sciences dans la sphère des applications. A part et au début, une Bibliothèque d'introduc-

tion générale est consacrée à la philosophie des sciences (histoire des idées directrices, logique et méthodologie).

Les sciences pures et appliquées présentent en outre une division générale en sciences du monde inorganique et en sciences biologiques. Dans ces deux grandes catégories, l'ordre est celui de particularité croissante, qui marche parallèlement à une rigueur décroissante. Dans les sciences biologiques pures enfin, un groupe de sciences s'est trouvé mis à part, en tant qu'elles s'occupent moins de dégager des lois générales et abstraites que de fournir des monographies d'êtres concrets, depuis la paléontologie jusqu'à l'anthropologie et l'ethnographie.

Étant donné les principes rationnels qui ont dirigé cette classification, il n'y a pas lieu de s'étonner de voir apparaître des groupements relativement nouveaux, une biologie générale, — une physiologie et une pathologie végétales, distinctes aussi bien de la botanique que de l'agriculture, — une chimie physique, etc.

En revanche, des groupements hétérogènes se disloquent pour que leurs parties puissent prendre place dans les disciplines auxquelles elles doivent revenir. La géographie, par exemple, retourne à la géologie, et il y a des géographies botanique, zoologique, anthropologique, économique, qui sont étudiées dans la botanique, la zoologie, l'anthropologie, les sciences économiques.

Les sciences médicales, immense juxtaposition de tendances très diverses, unies par une tradition utilitaire, se désagrègent en des sciences ou des techniques précises ; la pathologie, science de lois, se distingue de la thérapeutique ou de l'hygiène, qui ne sont que les applications des données générales fournies par les sciences pures, et à ce titre mises à leur place rationnelle.

Enfin, il a paru bon de renoncer à l'anthropocentrisme qui exigeait une physiologie humaine, une anatomie humaine, une embryologie humaine, une psychologie humaine. L'homme est intégré dans la série animale dont il est un aboutissant. Et ainsi, son organisation, ses fonctions, son développement, s'éclairent de toute l'évolution antérieure et préparent l'étude des formes plus complexes des groupements organiques qui sont offerts par l'étude des sociétés.

On peut voir que, malgré la prédominance de la préoccupation pratique dans ce classement des Bibliothèques de l'*Encyclopédie scientifique,* le souci de situer rationnellement les sciences dans leurs rapports réciproques n'a pas été négligé. Enfin il est à peine besoin d'ajouter que cet ordre n'implique nullement une hiérarchie, ni dans l'importance ni dans les difficultés des diverses sciences. Certaines, qui sont placées dans la technologie, sont d'une complexité extrême, et leurs recherches peuvent figurer parmi les plus ardues.

Prix de la publication. — Les volumes, illustrés pour la plupart, seront publiés dans le format in-18 jésus et cartonnés. De dimensions commodes, ils auront 400 pages environ, ce qui représente une matière suffisante pour une monographie ayant un objet défini et important, établie du reste selon l'économie du projet qui saura éviter l'émiettement des sujets d'exposition. Le prix étant fixé uniformément à 5 francs, c'est un réel progrès dans les conditions de publication des ouvrages scientifiques, qui, dans certaines spécialités, coûtent encore si cher.

TABLE DES BIBLIOTHÈQUES

Directeur : Dr Toulouse, Directeur de Laboratoire à l'École des Hautes Études.

Secrétaire général : H. Piéron.

Directeurs des Bibliothèques :

1. *Philosophie des Sciences.* P. Painlevé, de l'Institut, professeur à la Sorbonne.

I. Sciences pures

A. Sciences mathématiques :

2. *Mathématiques* . . . J. Drach, professeur a la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse.

3. *Mécanique* . . . . . J. Drach, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse.

B. Sciences inorganiques :

4. *Physique*. . . . . . A. Leduc, professeur adjoint de physique à la Sorbonne.

5. *Chimie physique*. . . J. Perrin, professeur de Chimie physique à la Sorbonne.

6. *Chimie* . . . . A. Pictet, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Genève.

7. *Astronomie et Physique céleste*. . . . . . J. Mascart, professeur à l'Université, directeur de l'Observatoire de Lyon.

8. *Météorologie* . . . . J. Mascart, professeur à l'Université, directeur de l'Observatoire de Lyon.

9. *Minéralogie et Pétrographie* . . . . . A. Lacroix, de l'Institut, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

10. *Géologie* . . . . . . M. Boule, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

22. *Botanique.* A. *Généralités phanérogames.* H. Lecomte, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.
B. *Cryptogames.* L. Mangin, de l'Institut, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

23. *Zoologie* . . . . . . G. Loisel, directeur de Laboratoire à l'École des Hautes Études.

24. *Anatomie et Embryologie* . . . . G. Loisel, directeur de Laboratoire à l'École des Hautes Études.

25. *Anthropologie et Ethnographie* . . . . . G. Papillault, directeur adjoint du Laboratoire d'Anthropologie à l'École des Hautes Études, professeur à l'École d'Anthropologie.

26. *Économie politique* . . D. Bellet, secrétaire perpétuel de la Société d'Économie politique, professeur à l'École des Sciences politiques.

II. Sciences appliquées

A. Sciences mathématiques :

27. *Mathématiques appliquées* . . . . . . M. d'Ocagne, professeur à l'École polytechnique et à l'École des Ponts et Chaussées.

28. *Mécanique appliquée et génie* . . . . . . M. d'Ocagne, professeur à l'École polytechnique et à l'École des Ponts et Chaussées.

B. Sciences inorganiques :

29. *Industries physiques* . H. Chaumat, sous-directeur de l'École supérieure d'Électricité de Paris.

30. *Photographie* . . . . A. Seyewetz, sous-directeur de l'École de Chimie industrielle de Lyon.

31. *Industries chimiques*. . J. Derôme, professeur agrégé de physique au collège Chaptal, inspecteur des Établissements classés.

32. *Géologie et minéralogie appliquées* . . . . L. Cayeux, professeur au Collège de France et à l'Institut national agronomique.

33. *Construction* . . . . A. Mesnager, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers et à l'École des Ponts et Chaussées.

C. Sciences biologiques :

34. *Industries biologiques.* G. Bertrand, professeur de chimie biologique à la Sorbonne, professeur à l'Institut Pasteur.

35. *Botanique appliquée et agriculture* . . . . H. Lecomte, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

36. *Zoologie appliquée* . . J. Pellegrin, assistant au Muséum d'Histoire naturelle.

37. *Thérapeutique générale et pharmacologie.* . G. Pouchet, membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Paris.

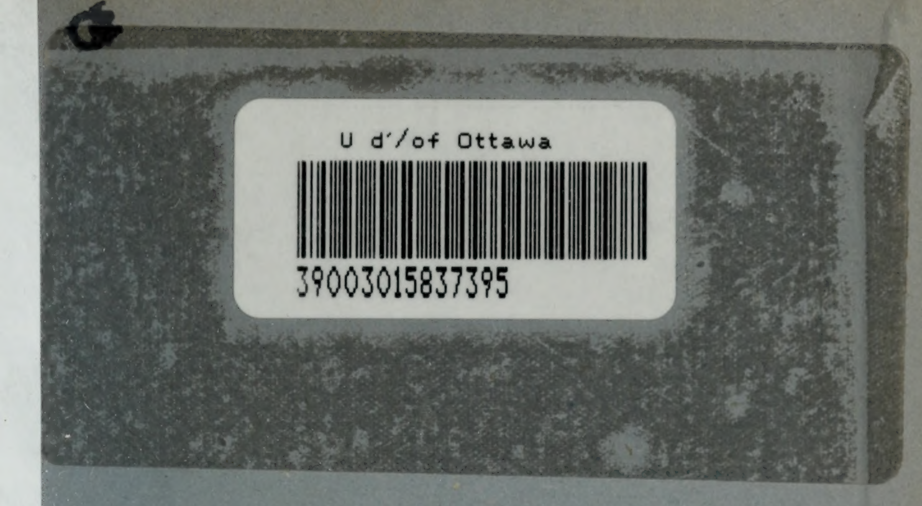
38. *Hygiène et médecine publiques* . . . . A. Calmette, professeur à la Faculté de Médecine de l'Université, directeur de l'Institut Pasteur de Lille.

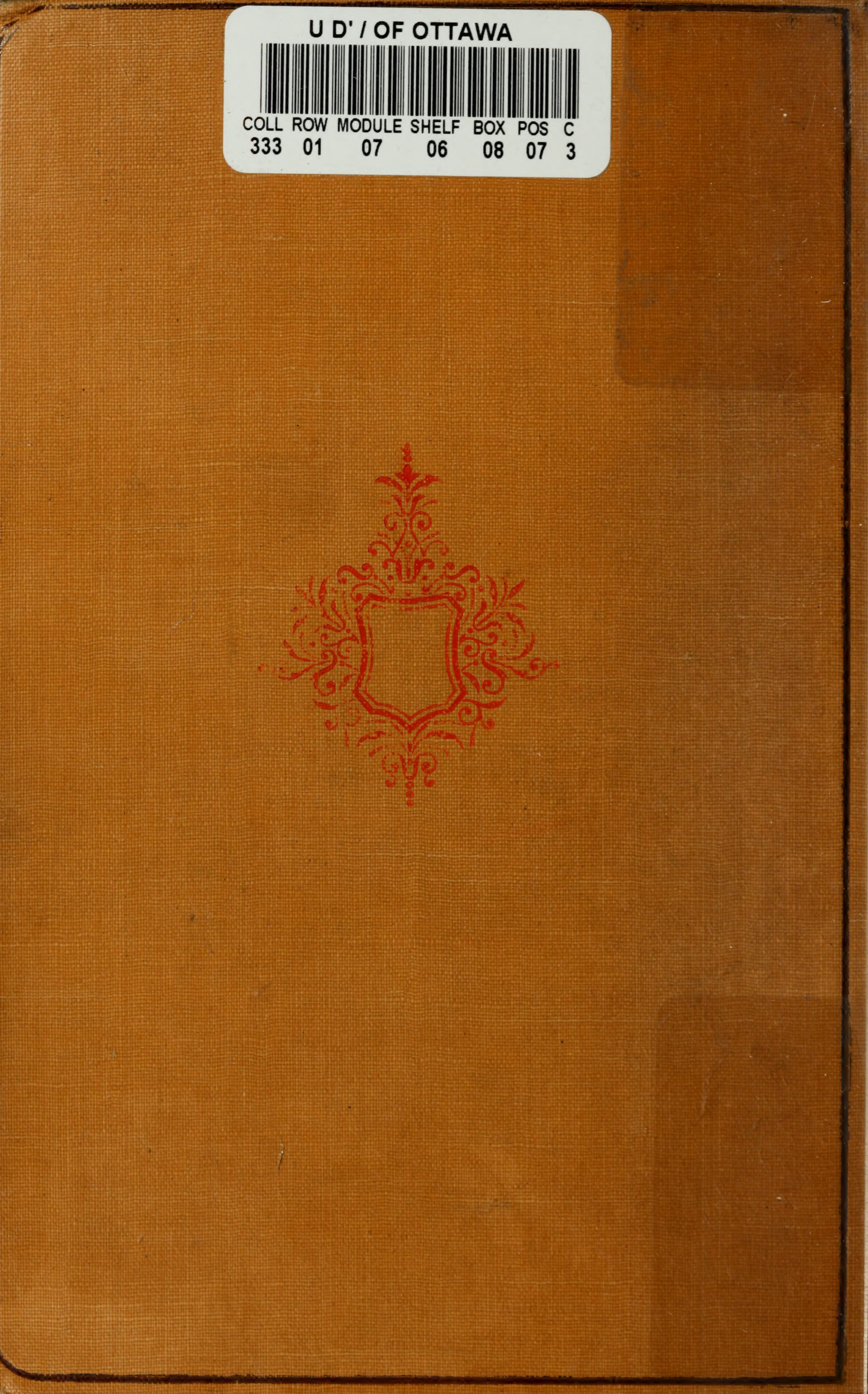
39. *Psychologie appliquée.* E. Toulouse, directeur de Laboratoire à l'École des Hautes Études, médecin en chef de l'asile de Villejuif.

40. *Sociologie appliquée.* . Th. Ruyssen, professeur à la Faculté des Lettres de l'Université de Bordeaux.

M. Albert Maire, bibliothécaire à la Sorbonne, est chargé de l'*Index* de l'Encyclopédie scientifique.

36 502. — Tours, impr. Mame.




U D' / OF OTTAWA
COLL ROW MODULE SHELF BOX POS C
333 01 07 06 08 07 3